Desenele după originalul 1. Ruse

Coperta de DUMITRU’IONESCU

Cartea este scrisă de un cunoscut popularizator şi pedagog. Ea conţine paradoxuri, ghicitori, probleme, experienţe, întrebări şi povestiri distractive din dp- meniul fizicii. Prin felul expunerii şi prin volumul de cunoştinţe solicitate, cartea se adresează elevilor din şcolile, medii şi persoanelor. Care au un nivel de cunoştinţe similar.

n. M. RiepejibMAH 3AHMMATEJIbhafl OH3HKA

H3flatejitCTBO HAV’KA MOCKBA 1965

DIN PARTEA REDACŢIEI SOVIETICE

Ediţia de faţă a Fizicii distractive a lui Ia. I. Perelman este a 17-a. Precedenta a apărut acum şase ani şi este de mult epuizată.

Cartea îşi datorează succesul talentului, cu adevărat rar, cu care autorul a ştiut să observe şi să culeagă din viaţă fapte şi fenomene aparent neînsemnate şi obişnuite, dar care, prin esenţa lor fizică au o semnificaţie profundă. Datorită formei accesibile a expunerii şi caracterului ei distractiv, cartea se bucură de o largă popularitate în rândurile cititorilor.

Scriind-o autorul a urmărit obiective bine definite. Povestind despre noţiuni şi legi de mult cunoscute şi bine fundamentate, autorul s-a orientat spre fundamentele fizicii moderne, căutând să-l deprindă pe cititor „să gândească în spiritul fizicii”. De pe aceste poziţii este uşor de înţeles de ce în cartea de faţă nu a fost rezervat un loc celor mai noi cuceriri din radioelectronică, fizică atomică şi altor probleme moderne.

Scrisă aproape acum o jumătate de veac, cartea a fost mereu îmbunătăţită şi completată de autor până la ediţia a 13-a inclusiv (1936). Ediţiile a 14-a şi a 15-a (1947—1949) au văzut lumina tiparului fără contribuţia autorului, sub redacţia prof. A. B. Mlo- dzeevski. La pregătirea şi la redactarea ediţiei a 16-a a participat docentul V. A. Ugarov.

Reeditând din nou Fizica distractivă, redacţia nu a mai urmărit prelucrarea radicală a textului acestei cărţi, de acum [binecunoscute. La redactarea ei au fost doar înlocuite unele cifre şi definiţii depăşite, au fost eliminate unele proiecte care s-au dovedit a fi neiustî- ficate au fost reînnoite şi corectate unele desene şi s-au făcut unele completări şi note la text.

DIN PREFAŢA AUTORULUI LA EDIŢIA A 13-a

În această carte, autorul nu urmăreşte atât scopul de a-i comunica cititorului cunoştinţe noi cât de a-l ajuta „să cunoască ceea ce ştie”, adică să aprofundeze şi să-şi imagineze noţiunile de bază din fizică ce-i sunt cunoscute, să înveţe să le folosească şi să se deprindă să le aplice în diferite împrejurări. Aceasta se realizează prin analizarea unui caleidoscop de ghicitori şi de probleme distractive, de tot felul

de povestiri interesante, paradoxuri şi comparaţii neaşteptate din domeniul fizicii, culese din cercul de fenomene ale vieţii cotidiene sau din opere literare ştiinţifico-fantastice binecunoscute. De materialul din ultima sursă, autorul s-a folosit din plin, considerând că ea corespunde cel mai bine scopurilor culegerii de faţă: sunt citate fragmente din romanele şi povestirile lui Jules Verne, Wells, Mark Twain ş.a. Experienţele fantastice descrise în ele, pe lângă latura lor pasionantă, pot juca un rol important şi ca ilustraţii vii la cele expuse.

Autorul cărţii de faţă a încercat de asemenea, pe cât posibil, să expună cele menţionate mai sus într-o formă interesantă, să facă obiectul expunerii cât mai atractiv posibil. El a adoptat axioma psihologică, conform căreia interesul faţă de o problemă face să crească atenţia, uşurează înţelegerea şi, prin urmare, contribuie la o asimilare mai conştientă şi mai temeinică.

Contrar obiceiului devenit tradiţional pentru acest gen de culegeri, în Fizica distractivă s-a rezervat foarte puţin loc descrieri unor experienţe de fizică amuzante şi de efect. Destinaţia acestei cărţi este alta decât cea a culegerilor care oferă material pentru experienţe. Scopul principal al cărţii este de a stimula activ imaginaţia ştiinţifică, de a-l deprinde pe cititor să gândească în spiritul fizicii şi de a-i crea în memorie numeroase asociaţii între cunoştinţele sale de fizică şi diversele fenomene ale vieţii cotidiene.

Ideea după care s-a călăuzit autorul la revizuirea cărţii a fost formulată de către V. I. Lenin astfel: „Scriitorul popularizator îl apropie pe cititor de o idee profundă, de o învăţătură profundă, plecând de la datele cele mai simple şi îndeobşte cunoscute, arătind, cu argumente simple sau exemple bine alese, principalele concluzii care se pot trage din aceste date şi punând mereu pe cititorul în stare să gândească în faţa a noi şi noi probleme. Scriitorul popularizator presupune că are de-a face nu cu un cititor care nu gândeşte, carenuvreasaunueân stare să gândească, ci, dimpotrivă, cu un cititor nedezvoltat, care e într-adevăr animat de intenţia de a-şi pune mintea la contribuţie şi-l ajută să facă această treabă serioasă şi grea, îl îndrumează, ajutându-l să facă primii paşi şi invăţindu-l să meargă singur mai departe.” 1

Pentru a veni în întâmpinarea interesului pe care cititorii l-ar putea manifesta faţă de istoricul acestei cărţi, dăm câteva date bibliografice.

Fizica distractivă s-a născut acum un sfert de veac şi a fost prima din numeroasa familie de cărţi scrise de acelaşi autor, familie care numără acum câţiva zeci de membri.

Fizica distractivă a pătruns, după cum atestă scrisorile cititorilor, în cele mai îndepărtate colţuri ale Uniunii Sovietice.

Răspândirea largă a cărţii – mărturie a interesului viu pe care-l manifestă cercurile largi faţă de problemele fizicii – măreşte responsabilitatea autorului faţă de calitatea materialului pe care-l cuprinde. Fiind conştient, de responsabilitatea ce-i revine, autorul a făcut numeroase schimbări şi adăugiri la fiecare ediţie nouă a Fizicii distractive. Se poate afirma că această carte a fost scrisă în decursul tuturor celor

25 de ani ai existenţei ei. În ultima ediţie a fost păstrată cel mult o jumătate din textul ei iniţial, iar figurile au fost înlocuite aproape integral.

Autorul a primit de la unii cititori scrisori cu rugămintea de a se abţine de la prelucrarea textului, pentru a nu-i forţa ca „din pricina a zece pagini noi să cumpere fiecare ediţie nou apărută”. Nu credem însă că astfel de considerente îl pot absolvi pe autor de obligaţia de a-şi îmbunătăţi opera. Fizica distractivă nu este o operă literară, ci una ştiinţifică, chiar dacă este vorba numai de

1 V. I. Lenin, Opere complete, ed. A II-a, voi. V, Buc., Edit. Politică, 1964, p. 358.



ştiinţă popularizată. Obiectul ei este fizica, ale cărei baze sunt într-un continuu proces de îmbogăţire cu date noi, care trebuie să fie periodic incluse în text.

Pe de altă parte, mi se reproşează adesea că Fizica distractivă nu abordează probleme ca cele mai noi realizări ale radiotehnicii, dezagregarea nucleului atomic, teoriile fizicii moderne ş.a. Reproşurile de acest gen se datoresc unei neînţelegeri. Fizica distractivă are la bază un scop bine definit, iar examinarea problemelor menţionate constituie sarcina altor lucrări.

În afară de volumul al doilea al Fizicii distractive, cărţii de faţă i se alătură alte câteva lucrări ale autorului. Una dintre ele se adresează cititorului cu nivel de pregătire relativ scăzut care nu a început încă studiul sistematic al fizicii. Aceasta este intitulată Fizica la fiecare pas (editată de Detizdat). Alte două câţi se adresează, dimpotrivă, persoanelor care au terminat studiul fizicii la nivelul şcolii medii. Este vorba de Mecanica distractivă şi Cunoaşteţi fizica? Ultima este, într-un fel, o continuare a Fizicii distractive.

1936.

IA. I. PERELMAN

Capitolul 1

VITEZA. COMPUNEREA MIŞCĂRILOR

CÂT DE REPEDE MERGEM? — Un sportiv, bun alergător, parcurge distanţa de 1,5 km în aproximativ 3’50". Pentru a putea compara viteza aceasta cu viteza de mers obişnuită (1,5 m pe secundă) treb’uie să facem un mic calcul, al cărui rezultat ne va arăta că sportivul parcurge 7 m pe secundă. De altfel, trebuie să menţionăm că aceste două viteze nu sunt pe deplin comparabile: pietonul poate să meargă multă vreme, ore întregi, câte 5 km pe oră, pe ’când sportivul poate ţezista la efortul

depus pentru a păstra o viteză sporită numai un timp scurt. O unitate de infanterie se deplasează, în pas forţat, cu o viteză de trei ori mai mică decât cea a alergătorului; ea face 2 m pe secundă sau 7 km şi ceva pe oră, având însă faţă de sportiv avantajul d£ a putea parcurge distanţe incomparabil mai mari.

Este interesant de comparat mersul normal al omului cu viteza de deplasare a unor animale devenite proverbiale pentru încetineala for, cum sunt melcul şi broasca ţestoasă. Melcul nu-şi dezice de loc reputaţia: el parcurge 1,5 mm pe secundă, adică 5,4 m pe oră, sau de o mie de ori mai puţin decât omul. Celălalt animal devenit proverbial pentru încetineala lui, broasca ţestoasă, nu-l depăşeşte prea mult pe melc, viteza ei obişnuită fiind de circa 70 m pe oră.

Omul, atât de iute în comparaţie cu melcul şi cu broasca ţestoasă, ne va apărea într-o altă lumină dacă-i comparăm mersul cu alte mişcări, chiar şi cu cele nu prea rapide, din natura înconjurătoare. Este drept că el depăşeşte cu uşurinţă

Figura 1 – Motonava rapidă de pasageri cu aripi subacvatice.

Cursul apei râurilor de şes şi nu rămâne cu mult în urma unui vânt moderat. Dar cu musca, care zboară cu o viteză de 5 m pe secundă, omul se poate lua la întrecere cu succes doar dacă îşi pune schiuri. Pe iepure însă sau pe câinele de vânătoare, omul nu-l poate întrece nici chiar dacă încalecă un cal care aleargă în plin galop. Iar cu vulturul omul se poate lua la întrecere numai folosind avionul.

Maşinile inventate de om îl fac pe acesta fiinţa cea mai rapidă din lume.

Figura 2 — Autoturismul ZIL—111.

De curând, în U.R.S.S. A fost construită o motonavă de pasageri cu aripi subacvatice (fig. 1), care dezvoltă viteza de 60—70 km pe oră. Pe uscat omul se poate deplasa mai repede decât pe apă. În unele locuri, viteza de deplasare a trenurilor de pasageri din U.R.S.S. Atinge 100 km/oră. Autoturismul ZIL-111, (fig. 2), poate atinge o viteză de

170 km/oră, iar autoturismul cu şapte locuri Ceaika până la 160 km/oră.

Aceste viteze au fost mult depăşite de aviaţia modernă. Multe linii ale Flotei aeriene civile a U.R.S.S. Sunt deser-

Figura 3 — Avionul de pasageri cu reacţie TU—104.

t vite de avioanele de cursă TU-104 şi TU-114 (fig. 3). Viteza med ie de zbor a acestor avioane este de aproximativ 800 km/oră. Încă nu de mult, în faţa constructorilor de avioane stătea problema depăşirii „barierei sonice", a depăşirii vitezei sunetului (330 m/s, adică 1 200 km/oră). În prezent, această problemă a fost rezolvată. Viteza avioanelor mici cu motoare cu reacţie puternice se apropie de 2 000 km/oră.

Aparatele create de om pot atinge viteze şi mai mari. Primul satelit artificial sovietic al Pământului a fost lansat cu o viteză iniţială de circa 8 km/s. În sfârşit, rachetele cosmice sovietice au depăşit cea de-a doua viteză cosmică, care în apropiere de suprafaţa Pământului este de 11,2 km/s, fapt datorită căruia au ieşit din limitele câmpului de gravitaţie al Pământului. Cititorul poate consulta tabela de mai jos a unor viteze:

| | | |
|---|---|---|
| Melcul | 1,5 mm/s | 5,4 m/oră |
| Broasca ţestoasă | 20 „ | 72 „ |
| Peştele | 1 m/s | 3,6 km/oră |
| Pietonul | 1,4 „ | 5 „ |
| Cavalerie la pas | 1,7 „ | 6 „ |
| „ „ trap | 3,5 „ | 12,6 „ |
| Musca | 5 „ | 18 „ |
| Schiorul | 5 „ | 18 „ |

| | | |
|---|---|---|
| Cavalerie în galop | 8,5 m/s | 30 km/oră |
| Motonava cu aripi subacvatice | 16 „ | 58 „ |
| Iepurele | 18 „ | 65 „ |
| Vulturul | 24 „ | 86 „ |
| Cîinele de vînătoare | 25 „ | 90 „ |
| Trenul | 28 „ | 100 „ |
| Automobilul ZIL-111 | 50 „ | 170 „ |
| Automobilul de curse (record) | 174 „ | 633 „ |
| TU-104 | 220 „ | 800 „ |
| Sunetul în aer | 330 „ | 1 200 „ |
| Avionul cu reacţie uşor | 550 „ | 2 000 „ |
| Pămîntul pe orbită | 30 000 „ | 108 000 „ |

ÎN GOANĂ DUPĂ TIMP – ’

Se poate oare decola din Vladivostok la ora 8 dimineaţa şi ateriza tot la ora 8 în dimineaţa aceleiaşi zile la Moscova? Această problemă nu este de loc lipsită de

sens. Da, se poate. Pentru a înţelege răspunsul trebuie să ne amintim doar că diferenţa de timp zonal între Vladivostok şi Moscova este de nouă ore. Şi, dacă un avion poate parcurge în acest timp distanţa dintre Vladivostok şi Moscova, atunci el va ateriza la Moscova la aceeaşi oră la care a decolat la Vladivostok.,

Distanţa Vladivostok-Moscova este de aproximativ 9000 km. Prin urmare, viteza avionului trebuie să fie egală cu 9 000:

: 9 = 1 000 km/oră. Aceasta este o viteză pe deplin realizabilă în condiţiile actuale.

Pentru „a întrece Soarele1* (sau, mai exact, Pământul) la latitudinile polare este necesară o viteză mult mai mică. La paralela 77 (Novaia Zemlea), un avion cu viteza de aproximativ 450 krn/oră parcurge aceeaşi distanţă pe care reuşeşte s-o parcurgă, în acelaşi interval de timp, un punct al suprafeţei terestre în timpul rotirii Pământului în jurul axei proprii. Pentru pasagerul unui astfel de avion, Soarele va părea oprit, nemişcat pe bolta cerească, fără să se apropie de apus (se înţelege de la sine că este necesar ca avionul să se’deplaseze în direcţia corespunzătoare):

Este şi mai uşor „să întrecem Luna“ în rotaţia ei în jurul Pământului. Luna se roteşte în jurul Pământului de 29 de ori mai încet decât se roteşte Pământul în jurul axei sale (sunt comparate, bineînţeles, aşa-numitele viteze unghiulare şi nu cele liniare). De aceea un vapor care parcurge 25—30 km/oră poate „depăşi Luna“ chiar la latitudini mijlocii.

Un astfel de fenomen este menţionat demark Twain în schiţele lui. În timpul călătoriei pe Oceanul Atlantic de la New York spre insulele Azore: „Erau zile minunate de vară, iar nopţile erau şi mai pline de farmec. Am avut ocazia să observăm un fenomen straniu: Luna apărea în fiecare seară la aceeaşi oră, în acelaşi punct al bolţii cereşti. La început, e cauza acestei comportări originale a Lunii a rămas pentru noi un mister, dar mai târziu ne-am dumirit despre ce era vorba: noi ne deplasam în fiecare oră cu 20’ longitudine spre răsărit, adică cu acea viteză care nu ne permitea să rămânem în urma Lunii 1“

O MIIME DE SECUNDĂ

Pentru noi, cei obişnuiţi să măsurăm timpul cu unităţile de măsură cotidiene, o miime de secundă este, practic, egală cu zero. Asemenea intervale de timp au început să fie întâlnite în practica noastră numai de curând.

Când timpul era determinat după înălţimea Soarelui sau după lungimea umbrei, atunci nu putea fi vorba nici măcar de o precizie până la un minut (fig. 4); oamenii considerau că minutul este o unitate de măsură prea mică pentru a merita să fie măsurată. În antichitate, omul ducea o viaţă atât de lentă, încât pe ceasul lui — solar, de apă, cu nisip —nu. Existau diviziuni pentru minute (fig. 5). Numai la începu- tul secolului al XVIII-lea pe cadranul ceasului a început să apară acul minutarului. Iar la începutul secolului al XIX-lea a apărut şi acul secundarului.

Şi, totuşi, ce se poate întâmpla într-o miime de secundă? Foarte multe! Este drept că trenul se poate deplasa în acest interval de timp doar pe o distanţă de vreo trei centimetri;

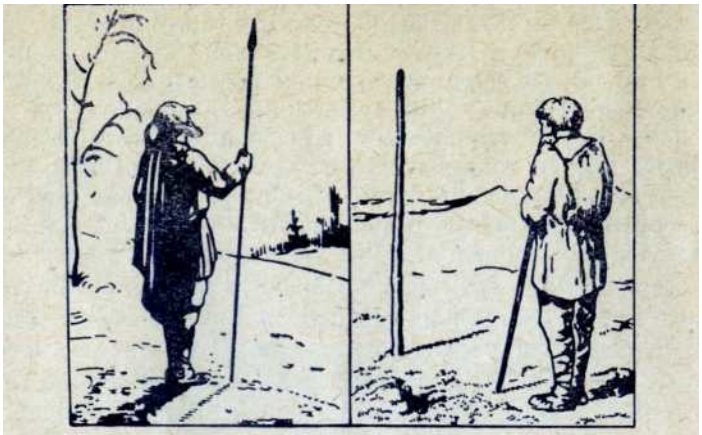


Figura 4 — Determinarea timpului în decursul zilei, după poziţia Soarelui pe bolta cerească (stînga) şi după lungimea umbrei (dreapra)

sunetul însă va parcurge 33 cm, avionul aproximativ o jumătate de metru, globul pământesc în mişcarea lui în jurul Soarelui în acest interval de timp 30 m, iar lumina

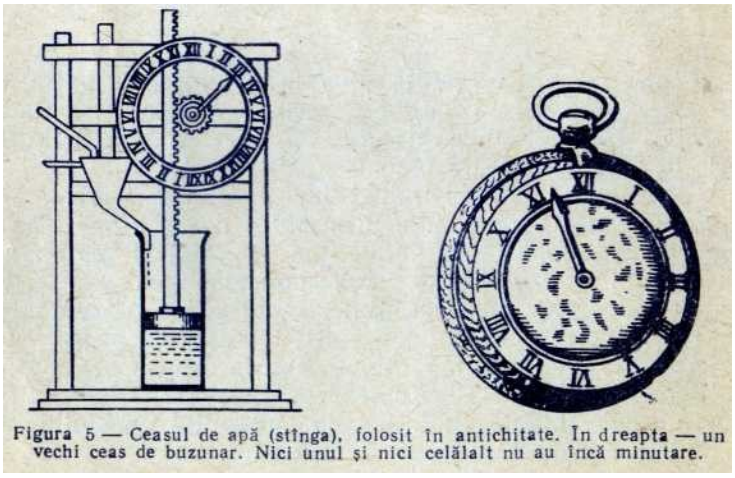


Figura 5 — Ceasul de apă (stînga), folosit în antichitate. În dreapta — un vechi ceas de buzunar. Nici unul şi nici celălalt nu au încă minutare.

300 km.

Dacă minusculele vietăţi care ne înconjoară ar fi înzestrate cu raţiune, o miime de secundă n-ar fi pentru ele un interval neglijabil. Pentru insecte, această fracţiune de timp este destul de mare. Într-o secundă, un ţânţar îşi flutură aripioarele de 500— 600 de ori; prin urmare, într-o miime de secundă el reuşeşte ori să le ridice, ori să le coboare.

Omul este incapabil să-şi mişte membrele la fel de repede ca insectele. Mişcarea noastră cea mai rapidă este clipirea, de unde provin şi expresiile de „clipă“ şi „cât ai clipi din ochi.“ Această mişcare este atât de rapidă, încât nu avem timp să observăm nici măcar întunecarea temporară a câmpului vizual. Sunt puţini însă cei care ştiu că această mişcare, care a devenit sinonimul rapidităţii nemaipomenite, se desfăşoară destul de încet dacă o măsurăm în miimi de secundă. O „clipă“ ^ durează, după cum au arătat măsurătorile de precizie, în medie 2/5 dintr-o secundă, adică 400 de miimi de secundă. Ea are următoarele faze: coborârea pleoapei (70— 90 miimi de secundă, starea de imobilitate a pleoapei coborâte (130— 170 miimi) şi ridicarea ei (circa 170 miimi). După cum vedeţi, o „clipă”, în sensul ei strict, este un interval de timp destul de mare, timp în care globul ochiului poate să se şi

odihnească puţin. Şi dacă am putea percepe distinct impresiile care durează o miime de secundă, atunci într-o „clipită” am sesiza două mişcări line ale pleoapei, separate între ele printr-un interval de repaus.

Dacă sistemul nostru nervos ar fi astfel alcătuit, atunci lumea înconjurătoare ar deveni pentru noi de nerecunoscut. Descrierea acelor imagini stranii, care ar apărea atunci în faţa ochilor noştri, a fost dată de scriitorul englez Wells în povestirea Cel mai nou accelerator. Eroii povestirii au băut un elixir fantastic care acţiona asupra sistemului nervos şi făcea ca organele simţurilor să devină sensibile la perceperea distinctă a fenomenelor instantanee. Iată câteva fragmente din povestire:

„— Ai văzut vreodată până acum la vreo fereastră o perdea înţepenită aşa?

I-am urmat privirea. Într-adevăr, capătul perdelei era cu colţul ridicat, ca şi când ar fi îngheţat în timp ce flutura în adierea vântului.

— Nu, n-am mai văzut. Ce ciudat!

— Iată, spuse el descleştându-şi mâna de pe pahar.

Fireşte, am tresărit, aşteptându-mă ca paharul să cadă şi să se spargă. Dar, departe de a se sfărâma, părea că nici nu se mişcă; rămânea în aer nemişcat.

— La această latitudine, spuse Gibberne, un obiect cade la început cu aproximativ 16 picioare pe secundă1. Aşadar paharul acesta cade acum cu 16 picioare pe secundă. Numai că, ştii, pânăafumnuacăzutnicicu o sutime de secundă măcar. Ţi-o spun ca să-ţi dai seama întrucâtva de viteza imprimată de ’ «acceleratorul» meu.

Flutură mâna de jur împrejurul, deasupra şi dedesubtul paharului care cobora încet…

Am privit pe fereastră. Un biciclist nemişcat, cu capul aplecat şi cu un nor de praf încremenit în urma roţii din spate, alerga cu toată viteza pentru a întrece un tramcar în galop care nu “se mişca…

…Partea de sus a roţilor şi câteva dintre picioarele cailor tramcarului, sfârcul biciului şi falca vizitiului care tocmai începuse să caşte erau în mod perceptibil în mişcare, dar tot. Restul vehiculului acela aglomerat părea, liniştit. Şi cu desăvârşire tăcut. Şi printre componentele acestui bloc îngheţat erau: un vizitiu, un taxator şi unsprezece oamenii…

…Un domn cu faţa purpurie înţepenise în mijlocul unei lupte violente cu vântul în timp ce-şi împăturea ziarul; erau multe semne că bădea un vânt serios,. Dar noi nu-l simţeam…

…Tot ceea ce spusesem, gândisem şi făcusem de când preparatul începuse să acţioneze în vinele mele se petrecuse pentru aceşti oameni, pentru întreaga omenire, într-o clipită".

Probabil că cititorii vor fi curioşi să afle care este intervalul de timp cel mai scurt ce poate fimăsurat cu mijloacele puse la dispoziţie de ştiinţa modernă. Încă la începutul secolului nostru el era egal cu a 10 000-a parte dintr-o secundă, iar în

prezent fiziciahul are posibilitatea de a măsura în labo- ratorul_său a 100 000 000 000-a parte dintr-o secundă. Acest interval de timp este aproximativ tot de atâtea ori mai mic decât o secundă întreagă de câte ori o secundă este’mai mică decât 3 000 de ani i

1 16 picioare = circa 5 metri. Trebuie să ţinem seama- şi de faptul că, în prima sutime a primei secunde de cădere, corpul nu parcurge o sutime din 5 m, ci a 10 000-a parte (după formula S = gt2), adică o jumă tate de milimetru, iar în prima miime de secundă doar 1/200 mm.

LUPA DE TIMP

Pe vremea când Wells îşi scria Cel mai nou accelerator, desigur că el s-a gândit că ceva asemănător ar putea fi realizat vreodată în realitate. Totuşi, el a trăit până în acele vremuri când a putut să vadă cu propriii săi ochi —este adevărat, numai pe ecrane —acele imagini pe care le-a creat cândva imaginaţia sa. Aşa-numita „lupă de timp“ ne arată pe ecran într-un ritm încetinit multe dintre fenomenele care se petrec de obicei rapid.

„Lupa de timp“ este o cameră de cinema care, în loc de 24 de cadre pe secundă cum iau aparatele cinematografice obişnuite, înregistrează un număr de cadre mult mai mare. Dacă fenomenul astfel filmat este proiectat pe ecran cu o viteză de 24 de cadre pe secundă, atunci spectatorii îl pot vedea pe ecran mult încetinit, desfăşurat cu o viteză mai mică decât cea normală de un număr de ori corespunzător. Probabil că cititorul a avut ocazia să vadă pe ecran sărituri anormal de line şi alte fenomene mult încetinite. Cu ajutorul unor aparate mult mai complexe de acelaşi gen, se realizează încetiniri şi mai mari, care aproape reproduc ceea ce este descris în povestirea lui Wells.

” CÂND NE DEPLASĂM MAI REPEDE

ÎN JURUL SOARELUI: ZIUA SAU NOAPTEA?

În ziarele pariziene a apărut odată un anunţ în care se preciza că fiecărui cetăţean care va plăti 25 de centime i se va indica metoda de a călători ieftin şi fără nicio oboseală. S-au găsit unii creduli care au trimis cele 25 de centime cerute. Drept răspuns fiecare dintre ei a primit prin poştă o scrisoare cu următorul conţinut:

„Rămâneţi liniştit, cetăţene, în patul dumneavoastră şi nu uitaţi că Pământul nostru se roteşte. Pe paralela Parisului – a 49-a – parcurgeţi în fiecare 24 de ore peste 25 000 km.

Iar dacă vă plac colţişoarele pitoreşti, atunci daţi la o parte perdeaua şi admiraţi imaginea cerului înstelat".

Trimis în judecată pentru escrocherie, iniţiatorul acestei fapte şi-a ascultat verdictul de condamnare, a plătit amenda la care a fost condamnat şi se spune că, luând o atitudine teatrală, a repetat cunoscuta remarcă a lui Galilei:

— Şi totuşi se mişcă!

Într-un anumit sens, acuzatul avea dreptate, pentru că fiecare locuitor al globului pământesc nu „călătoreşte” numai rotindu-se în jurul axei Pământului, ci mai este transportat de acesta, cu o viteză şi mai mare, în mişcarea lui de rotaţie în jurul Soarelui. În fiecare secundă, planeta noastră, cu toţi locuitorii ei, se deplasează în spaţiu cu 30 km, rotindu-se în acelaşi timp în jurul axei sale.

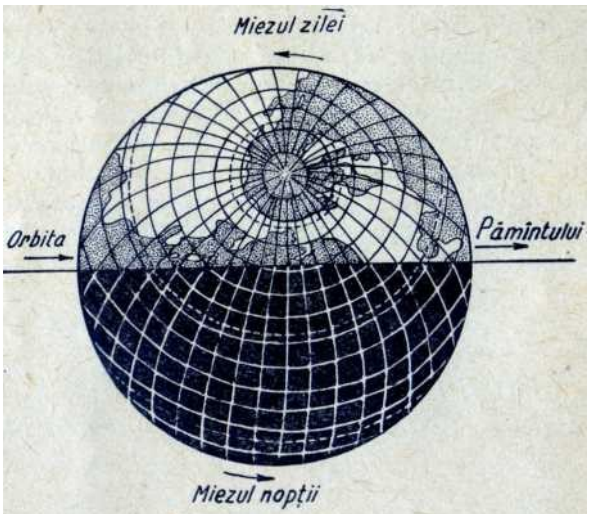


Figura 6 — În acea jumătate a globului pămîntesc unde este noapte, oamenii se deplasează în jurul Soarelui mai repede decît cei din jumătatea unde este zi.

În legătură cu aceasta se poate pune o întrebare interesantă: când ne mişcăm în jurul Soarelui mai repede: ziua sau noaptea?

Această întrebare poate produce nedumerire; se ştie doar că, atunci când într-o parte a Pământului este zi, în cealaltă e noapte; atunci ce rost are întrebarea noastră? Aparent niciunul.

Şi, totuşi, lucrurile stau altfel. Doar nu se pune întrebarea când anume întregul Pământ se deplasează mai repede, ci când ne mişcăm noi, locuitorii lui, mai repede printre stele.

Iar aceasta nu mai este întrebare lipsită de sens. În sistemul solar noi efectuăm două mişcări; ne rotim în jurul Soarelui şi totodată în jurul axei Pământului. Ambele mişcări se adună, dar se obţine un rezultat diferit în funcţie de faptul dacă ne aflăm în acea jumătate a gobului terestru unde este zi sau aceea unde este noapte. Priviţi figura 6 şi veţi înţelege că la miezul nopţii viteza de rotire se adaugă la viteza de translaţie a Pământului, iar la amiază, dimpotrivă, se scade din ea. Prin urmare, la miezul nopţii ne m i ş-, c ă m, în sistemul solar, mai repede deci t 1 a amiază.

Deoarece punctele ecuatorului parcurg într-o secundă aproximativ o jumătate de kilometru, pentru zona ecuatorială diferenţa dintre viteza din timpul zilei şi cea din timpul nopţii atinge un kilometru pe secundă. Cei care cunosc geometria pot calcula cu uşurinţă că pentru Leningrad, care este situat pe paralela 60, această diferenţă este de două ori mai mică: la miezul nopţii, leningrădenii parcurg în sistemul solar, în fiecare secundă, cu o jumătate de kilometru mai mult decât la amiază.

„SECRETUL“ ROŢII DE CĂRUŢĂ

Fixaţi în partea dinafară a jantei roţii unei căruţe, sau de anvelopa unei biciclete o bucăţică de hârtie colorată şi urmăriţi-o în timpul deplasării căruţei (bicicletei). Veţi observa un fenomen curios: atâta timp cât hârtia se află în partea de jos a roţii care se rostogoleşte, ea se vede destul de distinct; în partea de sus însă ea se deplasează atât de repede încât cu greu o puteţi urmări.

S-ar părea că partea de sus a roţii se mişcă mai repede decât cea de jos. Aceeaşi constatare se poate face dacă comparăm între ele spiţele de sus cu cele de jos ale roţii unui vehicul oarecare aflat în mişcare. Se va. Observa că spiţele de sus se contopesc într-un singur tot, pe când cele de jos se văd distinct, fiecare în parte.

Care este oare explicaţia acestui fenomen straniu? Ea constă pur şi simplu în aceea că partea de sus a roţii care

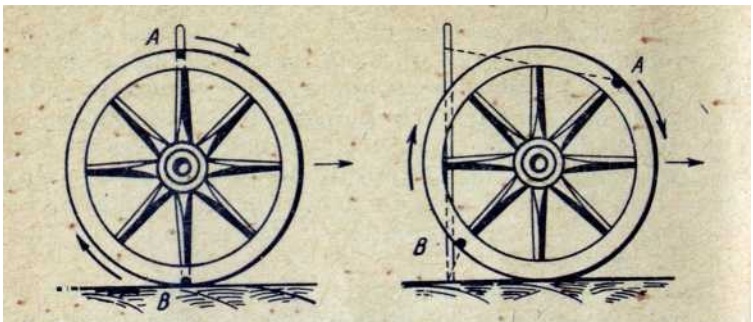


Figura 7 — Cum ne putem convinge de faptul că partea de sus a roţii se mişcă mai repede decît cea de jos. Comparaţi distanţele parcurse de punctele *A* şi *B* faţă de un jalon fix (desenul din dreapta).

efectuează o mişcare de rostogolire se mişcă într-adevăr mai repede decât cea de jos. La prima impresie, acest fapt pare de necrezut şi, totuşi, un raţionament simplu ne va convinge că lucrurile stau într-adevăr aşa. Fiecare punct al roţii, în rostogolirea acesteia, efectuează în acelaşi timp două mişcări: de rotaţie în jurul axului roţii şi totodată de translaţie împreună cu acest ax. Ca şi în cazul globului pământesc, are loc o compunere a celor două mişcări şi rezultatele ce se obţin pentru partea de sus şi pentru cea de jos a roţii sunt diferite. În partea de sus, mişcarea de rotaţie a roţii se adună cu cea de translaţie, pentru că ambele mişcări se efectuează în acelaşi sens. În" partea de jos însă, mişcarea de rotaţie are sens invers celei de translaţie şi, prin urmare, se scade din aceasta. Iată de ce partea de sus a roţii se deplasează faţă de lin observator imobil mai repede decât cea de jos.

Putem să ne convingem de acest adevăr efectuând, atunci când avem posibilitatea, o experienţă simplă.

Înfigeţi în pământ, alături de roata unei căruţe care staţionează, un băţ, astfel încât el să se afle în dreptul osiei.

Pe janta roţii, în partea cea mai de-sus şi şi cea mai de jos, faceţi un semn cu cretă sau cu cărbune; prin urmare, semnele vor marca punctele aflate în dreptul băţului. Acum deplasaţi căruţa puţin spre dreapta (fig. 7), astfel încât osia roţii ’să se depărteze cu 20—30 cm de băţ şi apoi priviţi în ce poziţie. Se află acum semnele

făcute. Veţi constata că semnul făcut în partea de sus (A) s-a deplasat pe băţ mult mai mult decât cel de jos (B).

PARTEA CEA MAI LENTĂ A ROŢII

Deci nu toate punctele unei roţi ce se rostogoleşte se deplasează cu aceeaşi viteză. Care este oare acea parte a roţii ce se mişca cu viteza cea mai mică?

Nu este greu să ne dăm seama că mişcarea cea mai înceată o au punctele roţii care la un moment dat vin în contact cu pământul. Strict vorbind, în momentul contactului cu pămân- tul aceste puncte ale roţii sunt complet imobile.

Toate cele de mai sus sunt valabile numai pentru roata care se rostogoleşte şi nu pentru cea care se roteşte în jurul unui ax imobil. De exemplu, la volant, punctele de sus şi cele de jos ale jantei se mişcă cu aceeaşi viteză.

. Dft *

«A r

O PROBLEMĂ CARE NU-I 0 GLUMĂ

Iată încă o problemă interesantă: în trenul care merge,

’ să zicem, de la Leningrad la Moscova există oare puncte care în raport cu terasamentul căii ferate se deplasează înapoi, de la Moscova spre Leningrad?

Lafiecare moment, pe fiecare roată, există astfel de puncte. Unde se află ele?

Ştiţi, desigur, că pe janta roţilor de tren există o parte proeminentă (rebordă). Şi iată că se constată că punctele de jos ale rebordei nu se deplasează înainte o dată cu mişcarea trenului, ci înapoi! Este uşor să ne convingem de acest lucru

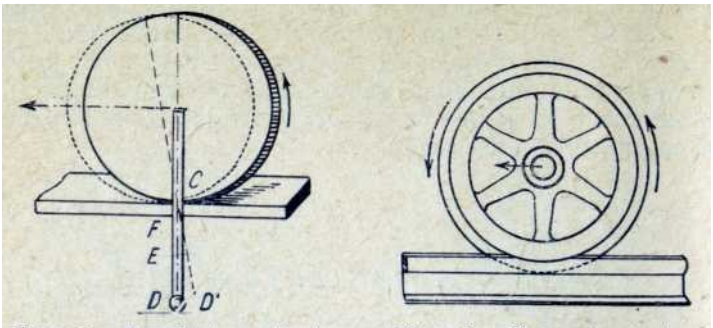



Figura 8 — Experienţa cu discul şi cu chibritul. Cînd roata se rostogoleşte spre stînga, atunci punctele *F, E, D* ale părţii libere a băţului de chibrit se deplasează în sens opus.



Figura 9 — Cînd roata de tren se rostogoleşte spre stînga atunci partea de jos a marginii ei proeminente se deplasează spre dreapta, adică în sens opus.

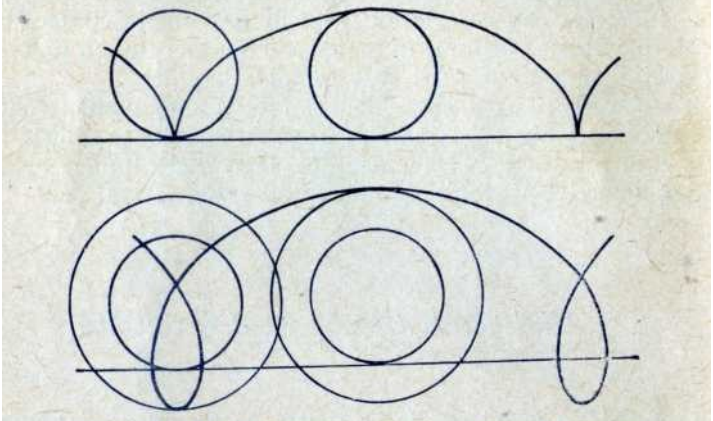


Figura 10 — Sus este reprezentată curba („cicloidă") pe care o descrie fiecare punct al jantei roţii de căruţă, care efectuează mişcarea de rostogolire. Jos este reprezentată curba descrisă de fiecare punct al marginii proeminente a roţii de tren.

*

făcând următoarea experienţă. Fixaţi cu ceară pe un disc mic, de exemplu pe o monedă sau un nasture, un chibrit, a cărui poziţie să fie astfel potrivită, încât să se suprapună peste raza discului şi să-i depăşească mult marginea. Dacă sprijinim acum discul (fig. 8) de marginea unei rigle în punctul C şi începem să-l rostogolim dinspre dreapta spre stânga, atunci punctele F, E şi D din partea proeminentă nu se vor deplasa înainte, ci înapoi. Cu cât este mai depărtat punctul de marginea discului, cu atât mai mult se va deplasa el înapoi la rostogolirea acestuia (punctul D se va deplasa în punctul D’).

Punctele rebordei rotii de tren se mişcă tot aşa ca şi partea chibritului care în experienţa noastră depăşeşte marginea discului.

Nu trebuie să vă mire acum faptul că există unele puncte ale trenului care nu se deplasează înainte, ci înapoi. E adevărat că această mişcare durează numai o mică fracţiune de secundă, totuşi este cert că, contrar reprezentării noastre obişnuite, în mişcarea trenului există şi o deplasare în sens opus. Cele spuse sunt explicate în figurile 9 şi 10.

DINCOTRO VENEA BARCA?

Imaginaţi-vă că o barcă cu vâsle lunecă pe un lac şi că săgeata a din figura 11 indică direcţia şi viteza ei de deplasare. Perpendicular pe această direcţie se apropie o barcă cu pânze;

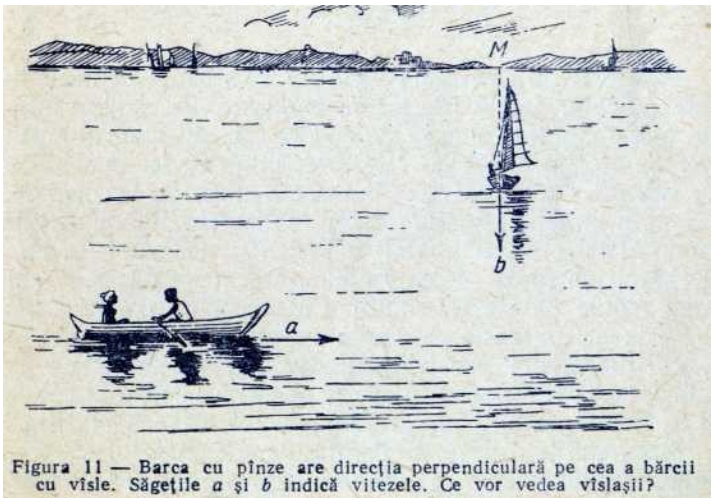


Figura 11 — Barca cu pînze are direcţia perpendiculară pe cea a bărcii cu vîsle. Săgeţile *a* şi *b* indică vitezele. Ce vor vedea vîslaşii?

săgeata b indică direcţia şi viteza ei de deplasare. Dacă dumneavoastră, cititorul, veţi fi întrebat din ce loc a pornit această barcă, sunt sigur că veţi răspunde: din punctul M de pe mal. Dar dacă vor fi întrebaţi şi pasagerii din barca cu vâsle, ei vor indica un alt punct. De ce oare?

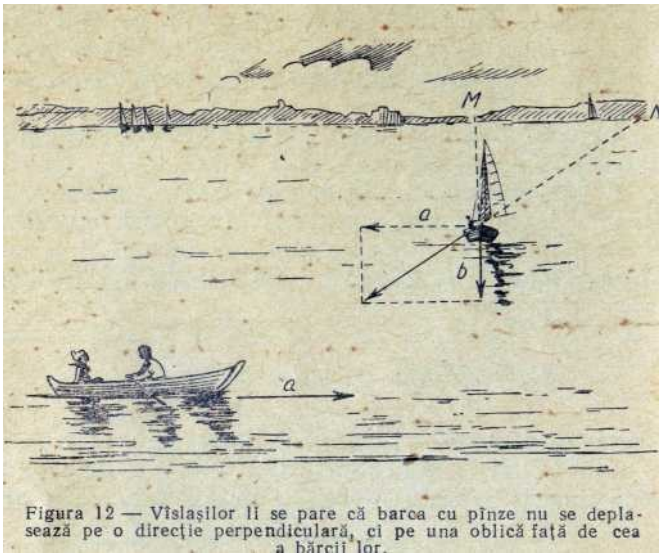


Figura 12 — Vîslaşilor li se pare că barca cu pînze nu se deplasează pe o direcţie perpendiculară, ci pe una oblică faţă de cea a bărcii lor.

Pasagerii din barca cu vâsle nu văd barca deplasându-şe perpendicular pe direcţia lor de deplasare. Ei nu simt propria lor mişcare, ci li se pare că stau pe loc, iar obiectele din mediul înconjurător se mişcă cu viteza lor proprie, dar în sens opus. De aceea, pentru ei barca cu pânze nu se deplasează numai în direcţia săgeţii b, dar şi în direcţia liniei punctate a, în sensul opus mişcării bărcii cu vâsle (fig. 12). Ambele mişcări ale bărcii cu pânze —cea reală şi cea aparentă —se adună după regula paralelogramului. Ca rezultat, pasagerii bărcii cu vâsle au impresia că barca cu pânze se deplasează de-a lungul diagonalei paralelogramului care are laturile b şi a.

Iată de ce lor li se pare că barca cu pânze nu a pornit din punctul M de pe mal, ci dintr-un oarecare punct N mai depărtatţfig. 12).

Mişcându-ne o dată cu Pământul pe orbita lui şi recepţi- onând lumina stelelor, ne facem o impresie tot atât de eronată despre poziţia exactă a acestora ca şi pasagerii bărcii cu vâsle cu privire la locul de plecare a bărcii cu pânze. De aceea stelele ne apar întrucâtva deplasate înainte în sensul de deplasare a Pământului. Desigur că viteza de deplasare a Pământului este neînsemnată în comparaţie cu viteza luminii (de 10 000 de ori mai mică); de aceea deplasarea aparentă a stelelor este mai mică. Dar ea poate fi pusă în valoare cu ajutorul aparatelor astronomice. Acest fenomen poartă denumirea de aberaţia luminii.

Dacă astfel de probleme v-au trezit interesul, atunci, fără a modifica condiţiile problemei noastre cu barca, încercaţi să indicaţi:

1 – în ce direcţie se deplasează barca cu vâsle după părerea pasagerilor bărcii cu pânze?

2 – încotro se îndreaptă barca cu vâsle după părerea pasagerilor celei cu pânze?

Pentru a răspunde la aceste probleme trebuie să construiţi pe linia a (fig. 12) paralelogramul vitezelor; diagonala lui va arăta că pasagerii bărcii cu pânze au impresia că barca cu vâsle se deplasează oblic, intenţionând parcă-să acosteze.

Capitolul 2

GRAVITAŢIA ŞI GREUTATEA. PIRGHIA. PRESIUNEA

RIDICAŢI-VĂ!

Dacă vă voi spune: „Aşezaţi-vă acum pe scaun astfel ca să nu vă mai puteţi ridica11, veţi crede că glumesc.

Bine. Aşezaţi-vă atunci aşa cum stă băiatul din figura 13, adică ţinându-vă corpul în poziţie verticală şi fără să ţineţi picioarele sub scaun. Iar acum încercaţi să vă ridicaţi fără a schimba poziţia picioarelor şi fără a vă apleca corpul înainte.

Vedeţi că nu reuşiţi? Niciun efort al muşchilor nu vă poate ridica de pe scaun dacă nu deplasaţi picioarele sub scaun sau dacă nu aplecaţi corpul înainte.

Pentru a înţelege de ce se întâmplă aşa, va trebui să discutăm puţin despre echilibrul corpurilor, în general, şi a corpului omenesc în particular. Un obiect aşezat

în poziţie verticală nu se răstoarnă atât timp cât perpendiculara dusă din centrul lui de greutate

Figura 13 — În această poziţie este imposibil să te ridici de pe scaun.

cade în interiorul suprafeţei care formează baza obiectului. De aceea cilindrul înclinat (fig. 14) trebuie neapărat să cadă; dar dacă el este suficient de gros pentru ca perpendiculara coborâtă din centrul de greutate să cadă în interiorul bazei sale, atunci cilindrul nu se răstoarnă.

Aşa-numitele „turnuri înclinate” din Pisa, Bo- logna sau chiar „clopotniţa înclinată” din Arhanghelsk (fig. 15) nu cad, cu toate că nu au o poziţie verticală,

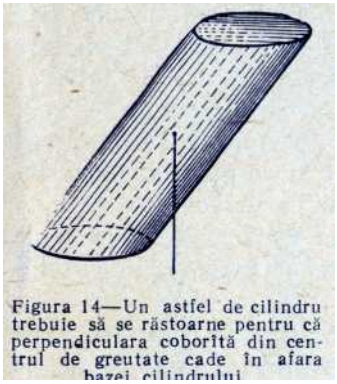


Figura 14—Un astfel de cilindru trebuie să se răstoarne pentru că perpendiculara coborîtă din centrul de greutate cade în afara bazei cilindrului

deoarece perpendiculara coborâtă din centrul lor de greutate nu cade în afara suprafeţei bazei. O a doua cauză, de altfel secundară, constă în faptul că fundaţia lor este construită adânc în pământ.

Un om care stă în picioare nu cade atât timp cât perpendiculara coborâtă din centrul de greutate cade în interiorul suprafeţei cuprinse de marginile tălpilor picioarelor lui (fig. 16). De aceea este atât de greu de stat într-un picior şi este şi mai greu de stat pe o frânghie: baza este foarte mică şi verticala poate cădea cu uşurinţă în afara limitelor ei. Aţi observat ce mers legănat au bătrânii „lupi de mare”? Petrecându-şi întreaga, viaţă pe vasul în continuă legănare,

Figura 15 — Clopotnița înclinată din Arhanghelsk (reproducere după o fotografie veche).

unde verticala coborâtă din centrul lor de greutate poate cădea oricând cu uşurinţă în afara suprafeţei delimitate de tălpi, marinarii se deprind să calce astfel încât baza corpului lor, adică picioarele mult depărtate, să cuprindă o suprafaţă cât mai mare. Astfel, marinarii realizează o stabilitate mai mare pe puntea navei; este firesc ca acest obicei îndelungat să se păstreze şi aunci. Când ei păşesc pe us-. Cat. Se poate da şi un exemplu contrar, când necesitatea de a-şi menţine echilibrul condiţionează frumuseţea poziţiei. Aţi observat vreodată câtă eleganţă în mişcare are omul care duce pe cap o povară? Sunt cunoscute de toată lumea graţioasele statuete care reprezintă siluete feminine cu urciorul pe cap. Când avem o greutate pe cap, atunci suntem nevoiţi să ţinem drept atât capul cât şi corpul; orice deviere de la această poziţie duce la riscul de a scoate centrul de greutate, în astfel de cazuri situat ceva mai sus decât de obicei, dincolo de limitele suprafeţei de bază şi atunci echilibrul se va strica.

Să ne întoarcem la experienţa cu băiatul care vrea să se ridice de pe scaun. Centrul de greutate al celui aşezat pe scaun se află în interiorul corpului în apropiere de şira spinării, cu aproximativ 20 de centimetri mai sus de nivelul ombilicului. Coborâţi din acest punct o verticală: ea va trece pe sub scaun în spatele tălpilor. Pentru ca băiatul să poată sta în picioare, această linie trebuie să cadă între tălpi.

Deci, ridicându-ne, trebuie ori să ne aplecăm, deplasând astfel centrul de greutate, ori, să deplasăm picioarele sub scaun pentru a crea o suprafaţă de sprijin sub centrul de greutate. În mod obişnuit aşa şi facem când ne ridicăm de pe scaun. Dar dacă nu ni se permite niciuna, nici alta, atunci, după cum am constatat din experienţa făcută, nu ne putem. Ridica.

Figura 16 — Cînd omul stă în picioare, atunci verticala dusă din centrul de greutate cade în interiorul suprafeţei delimitate de tălpile lui.

MERSUL ŞI FUGA

Ceea ce faceţi de zeci ’de mii de ori în-decursul întregii vieţi trebuie să vă fie perfect cunoscut. Aşa obişnuim să credem, dar nu chiar totdeauna lucrurile stau astfel. Exemplul cel mai bun îl constituie mersul şi fuga. Există oare ceva ce cunoaştem mai bine decât aceste mişcări? Dar sunt oare mulţi oameni care să-şi imagineze clar modul de deplasare a corpului atunci când mergem şi alergăm şi prin ce se-deosebesc aceste două feluri de mişcare? Să vedem ce spune despre – mers. Şi fugă fiziologia1. Sunt convins că pentru majoritatea oamenilor această descriere va fi total nouă.

Să presupunem că omul stă într-un picior, de exemplu * în cel drept. Să ne închipuim că el ridică puţin călcâiul înclinându-şi în acelaşi timp corpul în faţă2. În această poziţie este firesc ca perpendiculara coborâtă din centrul de greutate să cadă în afara suprafeţei bazei de sprijin şi omul ar trebui să cadă.

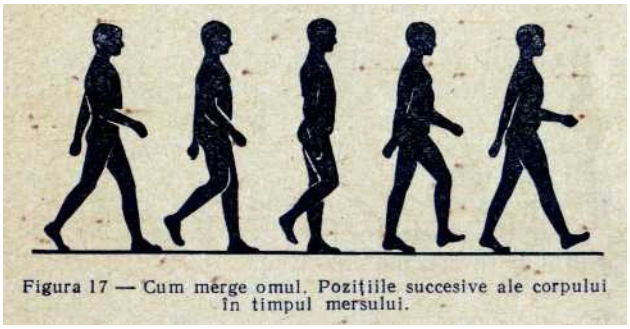


Figura 17 — Cum merge omul. Poziţiile succesive ale corpului în timpul mersului.

Dar îndată ce începe această cădere, piciorul stâng, care rămăsese suspendat în aer, se deplasează repede în faţă şi calcă pe pământ în faţa perpendicularei coborâte din centrul

1 Textul fragmentului este luat din Lecţii de zoologie de Paul Berat; ilustraţiile aparţin autorului.

2 Mergând şi desprinzându-se de baza de sprijin, omul apasă asupra ei cu o greutate suplimentară faţă de greutatea lui (circa 20 kg). De aici rezultă că omul care merge apasă mai mult asupra pământului decât cel. Care stă.

De greutate, astfel încât aceasta (perpendiculara) să cadă în interiorul suprafeţei formate de liniile ce unesc punctele de sprijin ale ambelor picioare. Astfel echilibrul se restabileşte; omul a mers, a făcut un pas.

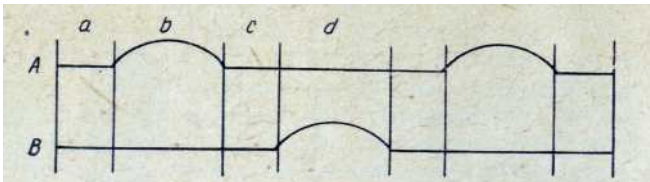



Figura 18 — Reprezentarea grafică a deplasării picioarelor în timpul mersului. Linia de sus (*A*) reprezintă mişcarea unui picior, iar cea de jos (*B*) a celuilalt. Liniile drepte corespund momentelor de sprijin pe pămînt, iar curbele — momentelor cînd piciorul execută mişcarea fără sprijin. Din grafic se vede că în intervalul de timp *a* ambele picioare se sprijină pe pămînt, în intervalul *b* piciorul *A* este desprins de pămînt, iar B continuă să se sprijine! În timpul *c* ambele picioare se sprijină din nou. Cu cît mersul devine mai rapid, cu atît mai mult se scurtează intervalele *a* şi *c* (comparaţi cu graficul fugii, fig. 20).

El se şi poate orpi în această poziţie destul de obositoare. Dar dacă vrea să pornească mai departe, atunci trebuie să-şi plece şi mai mult corpul înainte, deplasând perpendiculara din centrul său de greutate dincolo de limitele suprafeţei de sprijin, şi, în momentul când este ameninţat să cadă, îşi deplasează din nou în faţă piciorul, dar nu stângul, ci dreptul, efectuând încă un pas ş.a.m.d. De aceea mersul nu este altceva decât un şir de căderi înainte, preîntâmpinate prin sprijinirea la timp pe pământ a piciorului care rămâne în urmă.

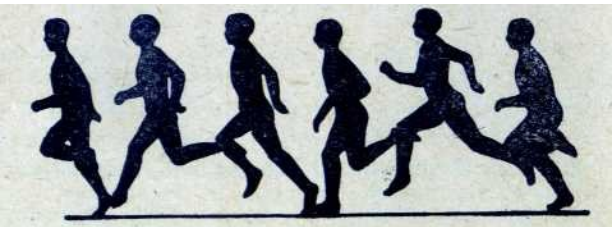


Figura 19 — Cum aleargă omul. Poziţiile succesive ale corpului în timpul fugii (în unele momente ambele picioare rămîn fără sprijin).

Să examinăm acum lucrurile mai îndeaproape. Presupunem că primul pas a fost făcut. În acest moment, piciorul drept mai atinge pământul, iar stângul a venit de acum în contact cu el. Dar dacă pasul nu este prea mic, atunci căl-

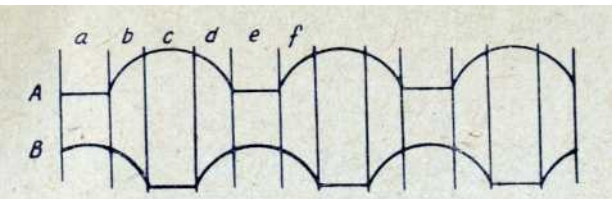



Figura 20 — Reprezentarea grafică a mişcării picioarelor în timpul fugii (comparaţi cu fig. 18). Din grafic se vede că pentru omul care aleargă există momente (*b*, *d*, *f*) cînd ambele picioare sînt suspendate în aer. Tocmai prin aceasta se deosebesc între ele fuga şi mersul.

câiul drept trebuie să se ridice, pentru că tocmai această ridicare a călcâiului permite înclinarea înainte a corpului şi ieşirea din echilibru. Piciorul stâng calcă pe

pământ, în primul rând, cu călcâiul. Când apoi întreaga talpă se sprijină pe pământ, atunci piciorul drept se ridică mult. În acelaşi timp, piciorul stâng, cu genunchiul puţin îndoit, se îndreaptă în urma contractării tricepsului femural şi ia momentan o poziţie verticală. Aceasta permite piciorului drept, pe jumătate îndoit, să se deplaseze înainte fără a atinge pământul şi, urmând mişcarea trunchiului, să-şi aşeze pe pământ călcâiul la timp, pentru a putea executa pasul următor.

Apoi un şir identic de mişcări începe pentru piciorul stâng, care în timpul acesta este sprijinit pe pământ numai cu degetele şi trebuie să se ridice curând în aer.

Fuga se deosebeşte de mers prin aceea că piciorul care se sprijină pe pământ este energic întins prin contractarea muşchilor şi împinge corpul înainte, astfel încât acesta din urmă se desprinde cu totul pentru o clipă de pământ. Apoi el cade iar pe pământ cu piciorul celălalt, care s-a deplasat repede în clipa când corpul era suspendat în aer. Astfel, fuga este alcătuită dintr-un şir de s a 1 – turi de pe un picior pe altul.

În ceea ce priveşte energia consumată de om atunci când merge pe un drum orizontal, ea nu este egală cu zero, după cum îşi închipuie unii: la fiecare pas, centrul de greutate al corpului pietonului se ridică cu câţiva centimetri. Se poate ’ calcula că lucrul mecanic efectuat în timpul mersului pe un drum orizontal constituie cam a cincisprezecea parte din lucrul mecanic efectuat pentru ridicarea corpului pietonului la o înălţime egală cu drumul parcurs.

• . CUM TREBUIE Szl SĂRIM DINTR-UN VAGON AFLAT ÎN MIŞCARE?

Dacă puneţi cuiva această întrebare, vi se va răspunde desigur: „înainte, în sensul deplasării, conform legii inerţiei”. Dacă veţi cere să vi se explice mai amănunţit ce amestec are aici legea inerţiei; putem prevedea că interlocutorul dumneavoastră va începe să-şi demonstreze cu multă siguranţă teoria; el se va opri însă în curând nedumerit: concluzia ar fi că, tocmai datorită legii inerţiei, ar trebui să sărim în sens opus sensului mişcării!

Într-adevăr, aici legea inerţiei are un rol secundar; cauza principală este cu totul alta. Şi dacă neglijăm această cauză principală, atunci ajungem cu adevărat la concluzia eronată că saltul trebuie -făcut înapoi şi nicidecum înainte.

Să presupunem că trebuie să sărim dintr-un vehicul în timpul mişcării acestuia. Ce se întâmplă în acest caz?

Când sărim dintr-un vagon alfat în mişcare, atunci corpul nostru, desprinzându-se de vagon, are viteza acestuia (el se mişcă datorită inerţiei) şi tinde să se deplaseze înainte. Făcând un salt înainte, nu numai că nu anulăm această viteză, ci, dimpotrivă, o sporim. De aici rezultă că ar trebui să sărim înapoi şi nu înainte, în sensul deplasării vagonului. Se ştie doar că în cazul saltului înapoi, viteza dezvoltată de salt se s c a d e din cea cu care corpul nostru se mişcă datorită inerţiei; de aceea, atingând pământul, corpul nostru va tinde să se răstoarne cu o forţă mai mică.

Şi, totuşi, atunci când este vorba să sari dintr-un vehicul în mişcare, toţi sar înainte, în sensul mişcării vehiculului respectiv. Acesta este într-adevăr mijlocul cel mai bun şi într-atât de verificat, încât noi îi rugăm cu insistenţă pe cititori să nu încerce să experimenteze incomoditatea saltului înapoi la coborâre din mers dintr-un vehicul.

Dar cum se explică, totuşi, această situaţie?

Inconsistenţa explicaţiei constă tocmai în simplificarea incorectă a problemei. Fie că sărim înainte, fie că sărim înapoi, în ambele cazuri suntem ameninţaţi de pericolul de a cădea, pentru că partea superioară a corpului nostru continuă încă să se mişte atunci când picioarele s-au oprit. La saltul înainte, viteza acestei mişcări este chiar mai mare decât la cel înapoi. Deosebit de important este însă faptul că o cădere în faţă este mai puţin periculoasă decât cea pe spate. În primul caz, cu un gest obişnuit, plasăm piciorul t în faţă (iar dacă viteza vagonului este mare, atunci fugim câţiva paşi) şi astfel preîntâmpinăm căderea. Această mişcare este obişnuită, deoarece o efectuăm întreaga viaţă în timpul mersului: am aflat doar în paragraful precedent că, din punctul de vedere al mecanicii, mersul nu este altceva decât un şir de căderi în faţă, p re – întâmp i-nate prin deplasarea înainte a piciorului. La căderea pe spate însă nu dispunem de această mişcare salvatoare a picioarelor şi de aceea în acest caz pericolul este mult mai mare. În sfârşit, este important şi faptul că, dacă vom cădea înainte, atunci vom avea posibilitatea de a ne sprijini în mâini, riscând astfel să ne lovim mai puţin decât în cazul căderii pe spate.

Astfel, secretul necesităţii de a sări înainte, în direcţia mişcării, dintr-un vehicul constă mai mult în obişnuinţa noastră decât în legea inerţiei. Este de la sine înţeles faptul că pentru obiectele neînsufleţite această regulă nu este aplicabilă: o sticlă aruncată din vagon înainte, se poate sparge la cădere mai repede decât cea aruncată în sensul opus mişcării vagonului. De aceea, dacă veţi fi vreodată nevoiţi să săriţi din vagon, aruncându-vă totodată din el bagajul, atunci bagajul trebuie aruncat înapoi, iar dv. Să săriţi înainte.

Oamenii cu experienţă —conducătorii de tramvaie, controlorii – procedează adesea astfel: sar î n a p o i, a r a n – jându-secu spatele spre sensul saltu-

1 u i. Astfel ei realizează un dublu avantaj: reduc viteza pe care a căpătat-o corpul prin inerţie şi, în afară de aceasta, preîntâmpină pericolul căderii pe spate, pentru că în saltul lor au partea din faţă a corpului îndreptată în direcţia posibilă a căderii.

SĂ PRINDEM CU MINA UN PROIECTIL DE LUPTĂ

După cum anunţau ziarele, în timpul războiului s-a întâmplat un caz cu totul neobişnuit cu un aviator francez. Zburând la o înălţime de 2 km, el a observat că în apropiere de faţa sa se mişcă un obiect mic. Crezând că este o insectă, aviatorul a prins obiectul cu mâna. Imaginaţi-vă uimirea aviatorului când a constatat că a prins un glonţ de luptă german!

Nu-i aşa că această poveste ne aminteşte de minciunile baronului Miinchhausen, care prindea, zice-se, cu mâinile obuzele de tun?

Şi totuşi, în povestea despre aviatorul care a prins cu mâna un glonţ nu e nimic imposibil.

Mai întâi glonţul nu se mişcă tot timpul cu viteza sa iniţială de 800—900 m pe secundă. Din cauza rezistenţei aerului, el îşi încetineşte mereu zborul şi spre sfârşitul traseului său nu are decât 40 m/s. O astfel de viteză o are şi avionul. Prin urmare, nu este greu ca glonţul şi avionul să aibă aceeaşi viteză; atunci, în raport cu aviatorul, glonţul va fi imobil sau se va mişca foarte încet. Nu va constitui deci nicio greutate să-l apuce cu mâna, mai ales dacă aceasta este înmănuşată, pentru a nu simţi fierbinţeala lui, căci se încălzeşte puternic în timpul zborului prin aer.

UN PEPENE-OBUZ

Dacă în anumite ocazii un glonţ poate fi făcut inofensiv, atunci este posibil şi cazul contrar: un „corp inofensiv11, lansat cu o viteză nu prea mare, poate avea o acţiune distructivă destul de mare. În timpul unei curse automobilistice Leningrad— Tbilisi (în 1924), ţăranii unor sate caucaziene salutau automobilele, aruncând pasagerilor acestora pepeni verzi şi galbeni, mere. Însă efectul acestor daruri nevinovate nu

Figura 21 — Un pepene aruncat înaintea unui automobil în mişcare se transformă într-un „proiectil".

era de loc plăcut: pepenii deteriorau capota automobilelor, iar merele pricinuiau pasagerilor accidente destul de grave. Cauza este evidentă: viteza proprie a automobilului se aduna la viteza pepenelui sau a mărului aruncat, transformând aceste fructe „paşnice" în nişte proiectile distrugătoare. Nu este greu de calculat că un glonţ cu o greutate de 10 g are aceeaşi energie de mişcare ca şi un pepene de 4 kg aruncat într-un automobil care goneşte cu 120 km /oră.

În aceste condiţii însă puterea de străpungere a pepenelui nu se poate compara cu cea a glonţului, pentru că pepenele nu are rigiditatea acestuia din urmă.

În avioanele care ar zbura cu viteze de aproximativ 3 000 km/oră, adică cu viteza glonţului, aviatorii ar avea de-a face cu fenomene asemănătoare celui menţionat mai sus. Fiecare obiect întâlnit în cale de un asemenea avion ultrarapid ar fi pentru el un proiectil distrugător. Dacă un astfel de avion ar întâlni în calea sa un pumn de gloanţe, căzute pur şi simplu dintr-un alt avion, aceasta ar fi echivalent cu un adevărat atac cu mitraliera: gloanţele s-ar lovi de avion cu aceeaşi forţă cu care s-ar lovi de el proiectilele unei mitra liere. Deoarece în ambele cazuri vitezele relative sunt egale (avionul şi gloanţele se apropie unul de altul cu o viteză de aproximativ 800 m pe secundă), şi urmările celor două ciocniri ar fi aceleaşi.

Dimpotrivă, dacă glonţul este lansat în urma unui avion care zboară cu aceeaşi viteză, atunci, după cum am văzut în paragraful precedent, el este inofensiv pentru aviator. Faptul că obiectele care se deplasează în aceeaşi direcţie cu o viteză aproximativ egală se ating aproape fără a se produce un şoc a fost folosit cu iscusinţă de mecanicul de locomotivă Borşcev, care a provocat ciocnirea fără şoc dintre trenul său şi o garnitură de alte 36 de vagoane aflate în mişcare pentru a preîntâmpina o catastrofă feroviară. Acest lucru s-a întâmplat pe calea ferată între staţiile Elnikov şi Olşanka în următoarele împrejurări. În faţa trenului condus de mecanicul Borşcev mergea un alt tren. Din cauza presiunii insuficiente a aburului, trenul din faţă s-a oprit; mecanicul lui a continuat drumul cu locomotiva însoţită de câteva vagoane, lăsând pe linie 36 de vagoane. Vagoanele au început să alunece înapoi pe pantă cu o viteză de 15 km pe oră, ameninţând astfel trenul lui Borşcev. Dându-şi seama de acest pericol, isteţul mecanic şi-a oprit trenul şi apoi a pornit înapoi, dezvoltând treptat tot o viteză de circa 15 km/oră. Datorită acestei manevre, el a reuşit să se ciocnească, fără a suferi nicio deteriorare, cu garnitura formată din 36 de vagoane.

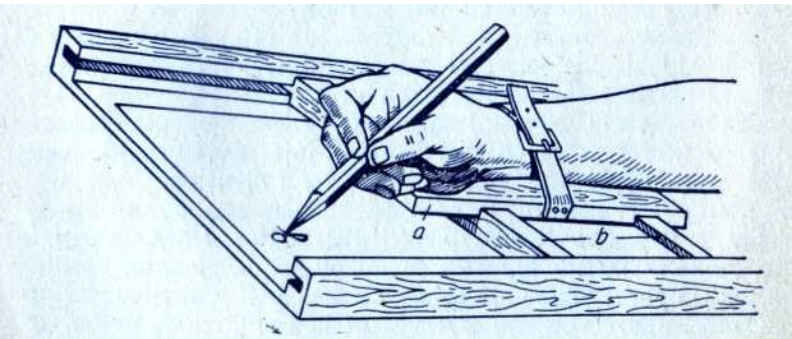


Figura 22 — Un dispozitiv care permite să se scrie cu uşurinţă în timpul mersului trenului.

În sfârşit, pe acelaşi principiu se bazează dispozitivul care uşurează foarte mult scrisul într-un tren aflat în mişcare, în tren scrisul este îngreuiat doar pentru că şocurile resimţite la locurile de joncţiune a şinelor de cale ferată nu sunt transmise simultan atât hârtiei, cât şi vârfului peniţei. Dacă însă aranjăm lucrurile astfel încât şocul să fie transmis în acelaşi timp hârtiei şi peniţei, atunci ele vor fi una faţă de cealaltă în repaus şi astfel scrisul în timpul mersului trenului nu va mai prezenta nicio problemă.

Acest lucru se realizează cu ajutorul dispozitivului reprezentat în figura 22. Mâna cu tocul este fixată cu ajutorul unei curele de scândurica a, care se poate deplasa de-a lungul canelurilor din stinghia b. Aceasta, la rândul ei, se poate deplasa de-a lungul canelurilor planşetei care se sprijină t de măsuţa din vagon. După cum vedem, mâna este destul de mobilă pentru a putea scrie literă după literă, rând după rând; totodată, fiecare şoc primit de hârtia de pe planşetă este transmis simultan, cu aceeaşi forţă, mâinii care ţine tocul. În aceste condiţii, scrisul în timpul mersului trenului devine tot atât de comod ca şi într-un vagon imobil; deranjează doar faptul că privirea noastră nu lunecă lin pe hârtie de-a lungul rândurilor scrise, deoarece şocul nu este transmis capului în acelaşi timp cu mâna.

PE PLATFORMA BALANŢEI

Balanţa zecimală va indica greutatea exactă a corpului numai dacă staţi nemişcat pe platforma ei. În momentul când vă aplecaţi, balanţa indică o greutate mai mică. De ce? Pentru că muşchii care apleacă partea superioară a corpului, trag în acelaşi timp în sus partea inferioară a acestuia, re- ducând presiunea exercitată pe suprafaţa de sprijin. Dimpotrivă, în momentul când reveniţi la poziţia verticală, prin efortul muşchilor respectivi, cântarul indică o greutate crescută, corespunzător presiunii mai mari, exercitate pe platformă de partea inferioară a corpului.

Chiar şi o simplă ridicare a mâinii trebuie să provoace oscilarea unui cântar sensibil, oscilare care corespunde unei mici creşteri a greutăţii aparente a corpului nostru. Muşchii care ridică în sus mâna se sprijină de umăr şi, prin urmare, îl împing împreună cu corpul în jos: presiunea pe platformă creşte. Oprind ridicarea mâinii, punem în funcţie muşchii opuşi, care împing umărul în sus, căutând. Să-l apropie de extremitatea mâinii; în consecinţă, greutatea corpului, deci presiunea exercitată de el pe suprafaţa de sprijin, scade.

Dimpotrivă, coborând braţul în timpul efectuării acestei mişcări, provocăm o reducere a greutăţii corpului nostru, iar în momentul opririi mâinii o sporire a greutăţii. Prin urmare, prin acţiunea forţelor noastre interioare putem spori sau reduce greutatea corpului nostru, subînţelegând aici prin greutatea presiunea exercitată de acesta pe suprafaţa de sprijin.

UNDE SINT MAI GRELE CORPURILE?

Forţa cu care sunt atrase corpurile de globul pământesc scade o dată cu creşterea înălţimii de la suprafaţa Pământului. Dacă am ridica o greutate de un kilogram la o înălţime de 6 400 km, adică dacă am îndepărta-o de centrul Pământului cu aproximativ de două ori raza acestuia, atunci forţa de atracţie ar fi slăbită de 2,2 ori, adică de patru ori, iar greutatea ar cântări doar 250 g în loc de 1 000. Conform legii gravitaţiei, Pământul exercită asupra corpurilor exterioare o astfel de forţă de atracţie ca şi cum masa lui ar fi concentrată în centrul său, iar forţa acestei atracţii scade invers proporţional cu pătratul distanţei. În cazul nostru, distanţa de la greutate la centrul Pământului s-a dublat, de aceea forţa de gravitaţie a slăbit de 4 ori. Îndepărtând greutatea noastră cu 12 800 km de suprafaţa Pământului, adică cu o distanţă egală aproximativ cu de 3 ori raza Pământului, această forţă de atracţie ar descreşte de 32, adică de 9 ori; greutatea de 1 000 g ar cântări doar 111 g etc.

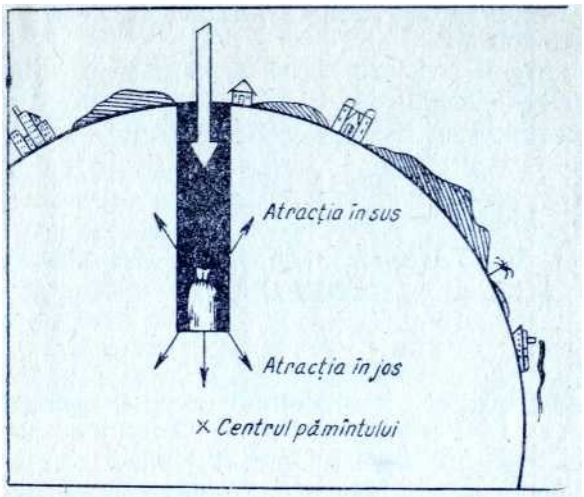


Figura 23 — De ce scade forța gravitației o dată cu afundarea în interiorul Pămîntului?

Ar fi natural să credem că, afundându-ne cu greutatea de 1 kg spre centrul planetei noastre, ar t. Rebui să asistăm la o creştere a forţei de gravitaţie, iar greutatea noastră ar trebui să cântărească mai mult. Dar lucrurile nu stau aşa: o dată cu afundarea lor în interiorul Pământului, corpurile nu-şi sporesc greutatea, ci, dimpotrivă, greutatea lor scade. Aceasta se explică prin faptul că în acest caz particulele de pământ care exercită forţa de atracţie asupra corpurilor nu mai sunt aşezate numai deoparte a corpului, ci împrejurul lui. Priviţi desenul din figura 23. Vedeţi că greutatea plasată în interiorul Pământului este atrasă în jos de particulele situate sub greutatea considerată, dar, în acelaşi timp, asupra lor îşi exercită forţa de atracţie şi particulele care se găsesc deasupra ei. Se poate demonstra că, în ultimă instanţă, trebuie luată în consideraţie numai forţa de atracţie a unei sfere a cărei rază este egală cu distanţa de la centrul Pământului până la punctul în care se află corpul. De aceea, pe măsura afundării sub suprafaţa terestră, greutatea corpului trebuie să descrească rapid. Atingând centrul Pământului, corpul îşi va pierde greutatea, va deveni imponderabil, deoarece acolo el este atras cu aceeaşi forţă de toate particulele care-l înconjoară.

Am ajuns la concluzia că un corp cântăreşte cel mai mult la suprafaţa Pământului; o dată cu depărtarea de această suprafaţă fie în sus, fie în jos, greutatea lui scade1.

## CÂT CÂNTĂREŞTE UN CORP ÎN TIMPUL CĂDERII LUI?

Aţi remarcat ce senzaţie stranie aveţi în momentul când începeţi să coborâţi cu liftul? O uşurare anormală în greutate, asemenea celei pe care ar simţi-o un om atunci când ar cădea într-o prăpastie... Nu este altceva decât senzaţia imponderabilităţii: în primul moment al mişcării, când podeaua de sub picioarele dumneavoastră a şi început să coboare, iar corpul nu a căpătat încă aceeaşi viteză, el nu exercită asupra podelei aproape nicio presiune şi, prin urmare, cântăreşte foarte puţin. Clipa trece şi o dată cu ea încetează şi această senzaţie stranie; corpul dumneavoastră, tinzând să cadă mai repede decât liftul care se mişcă uniform, apasă asupra podelei acestuia şi-şi recapătă din nou întreaga sa greutate.

Atârnaţi o greutate de cârligul unei balanţe cu arc şi vedeţi încotro se înclină săgeata indicatoare dacă coborâţi repede balanţa cu greutate. Vă veţi convinge de faptul că în timpul căderii indicatorul nu mai arată valoarea iniţială a greutăţii considerate, ci una mult mai micăl Dacă balanţa

1 Aşa s-ar petrece lucrurile dacă globul pământesc ar fi pe deplin omogen din punctul de vedere al densităţii; în realitate însă densitatea Pământului creşte o dată cu apropierea de centrul lui; de aceea, o dată cu apropierea de centrul Pământului, forţa de gravitaţie creşte întâi până la o distanţă oarecare şi numai după aceea începe să scadă.

Ar cădea liber şi aţi avea posibilitatea să urmăriţi indicaţiile săgeţii, aţi observa că în timpul căderii greutatea nu mai cântăreşte nimic, indicatorul aflându-se în dreptul lui zero.

Cel mai greu corp devine complet imponderabil în decursul întregului interval de timp al căderii sale. Cauzele acestui fenomen sunt uşor de înţeles. Numim greutate a corpului forţa cu care corpul trage punctul său de suspensie sau apasă pe suprafaţa sa de sprijin. Dar un corp aflat în cădere nu exer- *

cită nicio forţă de tracţiune asupra arcului balanţei, pentru că acesta coboară împreună cu el. Atât timp cât corpul cade, el nu trage şi nu a- pasă nimic. Prin urmare, a întreba cât cântăreşte un corp în timpul căderii lui înseamnă a întreba: cât cântăreşte un corp când el nu. Cântăreşte?

Încă Galilei, fondatorul mecanicii, afirma în secolul al XVII-lea1 că „noi simţim o povară pe umerii noştri atunci când ne străduim să împiedicăm căderea ei. Dar dacă ne mişcăm în jos cu aceeaşi viteză ca şi povara aflată în spinarea noastră, atunci ea nu poate să ne apese. Este ca şi cum am vrea să lovim cu suliţa2 pe cineva care aleargă în faţa noastră cu aceeaşi viteză cu care ne deplasăm şi noi“.

Experienţa descrisă mai jos şi foarte uşor de efectuat va confirma justeţea acestor raţionamente.

Pe un taler al unei balanţe comerciale aşezaţi un cleşte de spart nuci astfel încât un braţ al cleştelui să se sprij ine pe taler, iar celălalt braţ legaţi-l cu un fir de aţă de cârligul de care este suspendat talerul (fig. 24). Pe celălalt taler puneţi

1 În lucrarea sa Demonstraţii matematice privlăd două ramuri ale noii ştiinţe.

2 Fără a o lansa.

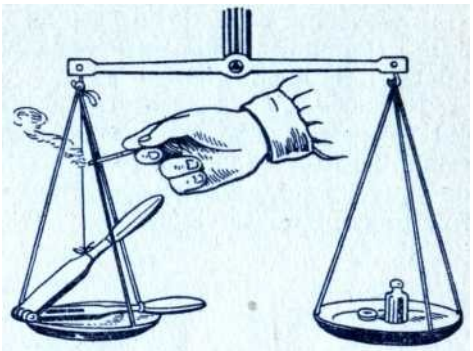


Figura 24 — Experienţa care ilustrează imponderabilitatea corpului în timpul căderii.

atâtea greutăţi câte sunt necesare pentru a echilibra cele două talere. Apropiaţi de firul de aţă un chibrit aprins; aţa va arde şi braţul suspendat al cleştelui va cădea pe taler.

Ce se va întâmpla cu balanţa în acest moment? Oare talerul cu cleştele va coborî încă în timpul căderii, se va ridica sau va rămâne în echilibru?

Acum, când ştiţi că un corp în cădere nu are greutate, puteţi răspunde imediat la această întrebare: pentru o clipă talerul trebuie să salte în sus.

Într-adevăr, în momentul când braţul care fusese suspendat începe să cadă, apasă asupra celuilalt braţ, cu toate că este în legătură cu el, mai puţin decât atunci când era în stare de repaus. Pentru o clipă, greutatea cleştelui scade, iar talerul, bineînţeles, se ridică.

DIN TUN SPRE LUNĂ

Între anii 1865 şi 1870 în Franţa a apărut romanul ştiinţi- fico-fantastic al lui Jules Verne De la Pământ la Lună, în care el a formulat o idee neobişnuită: să trimită spre Lună un uriaş vagon-proiectil cu oameni vii! Jules Verne şi-a prezentat proiectul într-o formă atât de convingătoare, încât, probabil, majoritatea cititorilor şi-au pus întrebarea: oare nu poate fi realizată cu adevărat ideea scriitorului? Este interesant să discutăm această problemă1.

Mai întâi de toate să vedem dacă, cel puţin teoretic, se poate trage cu tunul astfel încât proiectilul să nu cadă niciodată pe Pământ. Teoria admite o astfel de posibilitate. Într-adevăr, de ce un proiectil lansat de tun orizontal cade până la urmă pe Pământ? Pentru că Pământul, prin forţa de atracţie

1 Acum, după lansarea sateliţilor artificiali ai Pământului şi a primelor rachete cosmice, putem’ spune că pentru călătoriile cosmice vor fi folosite rachetele şi nu proiectilele. Dar după intrarea în funcţiune a ultimei trepte, mişcarea rachetei se supune aceloraşi legi ca şi mişcarea proiectilului de artilerie. De aceea textul autorului nu şi-a pierdut valabilitatea. (Afota red. Sovietice.)

pe care o exercită asupra proiectilului, îi deviază traiectoria; proiectilul nu zboară în linie dreaptă, ci după o curbă îndreptată spre Pământ, şi de aceea, mai devreme sau mai târziu, atinge solul. Este adevărat că şi suprafaţa Pământului e curbă, dar

curbura traiectoriei proiectilului este mult mai mare. Dacă însă curbura traiectoriei proiectilului ar putea fi aranjată astfel încât să devină egală cu cea a suprafeţei globului terestru atunci proiectilul respectiv nu ar putea cădea niciodată pe Pământ. El s-ar deplasa pe o curbă concentrică cu sfera globului pământesc; cu alte cuvinte, ar deveni satelitul Pământului, un fel de a doua Lună a acestuia.

Dar cum se poate face ca un proiectil lansat de un tun să t aibă o traiectorie mai puţin curbă decât suprafaţa Pământului? Pentru aceasta este necesar doar să i se imprime o viteză suficientă. Examinaţi desenul din figura 25, care reprezintă o secţiune a unei părţi din globul pământesc. În vârful unui munte, în punctul A, este plasat un tun. Proiectilul, lansat orizontal, ar ajunge după o secundă în. Punctul fi dacă nu ar exista forţa de gravitaţie. Dar intervine gravitaţia şi sub influenţa acestei forţe proiectilul se va afla după o secundă nu în punctul B, ci cu 5 m mai jos, în punctul C. Cinci metri este drumul parcurs (în vid) de fiecare corp care cade liber, în prima secundă, sub acţiunea forţei de gravitaţie în apropiere de suprafaţa Pământului. Dacă, coborând cu aceşti cinci metri, proiectilul nostru se va afla la aceeaşi înălţime faţă de suprafaţa Pământului la care s-a aflat şi în punctul A, atunci înseamnă că el se deplasează după o curbă concentrică cu curbura globului pământesc.

Rămâne de calculat intervalul AB (fig. 25), adică drumul pe care-l parcurge proiectilul într-o secundă în direcţie orizontală; vom afla atunci cu ce viteză ar trebui să fie lansat proiectilul din gura tunului pentru a putea servi scopului nostru. Calculul se face uşor din triunghiul AOB, în care OA este raza globului pământesc (aproximativ 6 370 000 m); OC = OA\ BC = 5 m; prin urmare, OB – = 6 370 005 m. De aici, în baza teoremei lui Pitagora, avem (71 fi)2 = (6 370 005)2 – (6 370 000)2.

Efectuând calculele, aflăm că A fi este aproximativ egal cu 8 km.

Astfel, dacă nu ar exista aerul care împiedică mult mişcarea rapidă, atunci proiectilul lansat de un tun în direcţie orizontală cu o viteză de 8 km/s nu ar cădea niciodată pe Pământ, ci s-ar roti veşnic în jurul Pământului, asemenea unui satelit.

Dar încotro va zbura, proiectilul dacă-l lansăm cu o viteză şi mai mare? în mecanica cerească se demonstrează că un proiectil ieşit din gura tunului cu o viteză de 8,9 şi chiar 10 km/s trebuie să descrie în jurul globului pământesc o elipsă cu atât mai alungită cu cât mai mare a fost viteza iniţială. Când viteza proiectilului atinge 11,2 km/s, atunci în locul elipsei el va descrie o curbă deschisă, o parabolă, părăsind pentru totdeauna Pământul (fig. 26).

Prin urmare, vedem că din punct de vedere teoretic este posibil zborul spre Lună cu un proiectil lansat cu o viteză suficient de mare1.

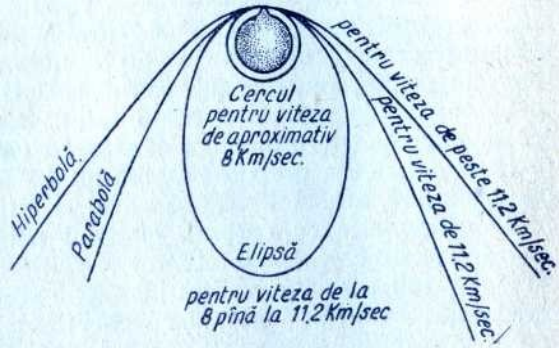


Figura 26—Soarta proiectilului de tun lansat cu o viteză inițială de 8 km sau mai mult.

1 Aici însă putem întâmpina greutăţi de un gen cu totul diferit. Această problemă va fi examinată mai amănunţit în al doilea volum al Fizicii distractive.

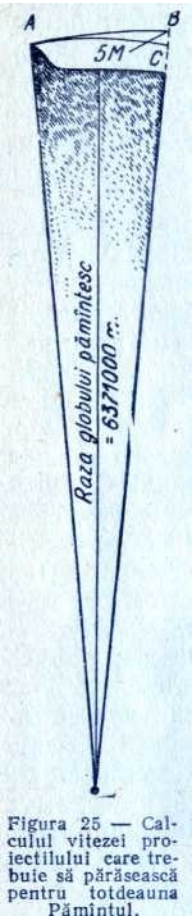


Figura 25 — Calculul vitezei proiectilului care trebuie să părăsească pentru totdeauna Pămîntul.

În cele spuse mai sus am avut în vedere o atmosferă care să nu opună rezistenţă la mişcarea proiectilului. În condiţii reale, existenţa atmosferei, care opune rezistenţă la înaintarea proiectilului, ar îngreuia obţinerea unor asemenea viteze sau chiar ar face-o imposibilă.

CUM A DESCRIS JULES VERNE CĂLĂTORIA SPRE LUNĂ ŞI CUM AR TREBUI EA SĂ DECURGĂ

t

Cine a citit romanul lui Jules Verne a reţinut, probabil, acel moment interesant al călătoriei când proiectilul trecea prin punctul unde forţa de atracţie a Pământului este egală cu cea a Lunii. Acolo s-a întâmplat ceva cu adevărat fantastic: toate obiectele din interiorul proiectilului şi-au pierdut greutatea, iar călătorii înşişi, săltându-se, au rămas suspendaţi în aer fără niciun punct de sprijin.

Lucrurile sunt descrise foarte veridic, dar romancierul a pierdut din vedere faptul că acelaşi fenomen trebuia să se observe şi înainte, şi după trecerea prin punctul de atracţie egală. Este uşor de demonstrat că atât călătorii, cât şi toate obiectele din interiorul proiectilului trebuie să devină imponderabile c h i a r din primul moment de zbor liber.

Fenomenul pare de necrezut, dar sunt convins că veţi rămâne îndată uimiţi cum de nu v-aţi dat seama singuri de o eroare esenţială.

Să luăm un exemplu din romanul lui Jules Verne. Sunt sigur că nu aţi uitat cum pasagerii au aruncat cadavrul câinelui şi cum au observat cu uimire că el nu cade pe Pământ.ci continuă să zboare alături de proiectil. Romancierul a descris bine acest fenomen şi i-a dat o explicaţie justă. Într-adevăr, după cum se ştie, în vid toate corpurile cad cu aceeaşi viteză: forţa de gravitaţie a Pământului imprimă tuturor corpurilor aceeaşi acceleraţie. În cazul de faţă, atât proiectilul, cât şi cadavrul câinelui trebuia să capete sub acţiunea forţei de gravitaţie a Pământului aceeaşi viteză de cădere (aceeaşi acceleraţie); mai exact, viteza’care i-a fost imprimată proiectilului la ieşirea lui din gura tunului trebuia să descrească uniform sub acţiunea gravitaţiei. Prin urmare, vitezele proiectilului şi cadavrului trebuiau să rămână egale pe întregul parcurs şi de aceea cadavrul câinelui aruncat din proiectil trebuia să-l urmeze în continuare, fără a rămâne în urmă.

Dar iată ce a scăpat din vedere romancierul: dacă cadavrul câinelui nu cade spre Pământ, aflându-se în afara proiectilului, atunci de ce ar cădea el aflându-se în interiorul lui? Doar atât în exteriorul, cât şi în interiorul proiectilului acţionează aceleaşi forţe! Cadavrul câinelui, plasat fără suport în interiorul proiectilului, trebuie să rămână suspendat în spaţiu: el are absolut aceeaşi viteză ca şi proiectilul şi, prin urmare în raport cu acesta rămâne în repaus.

Ceea ce e adevărat pentru cadavrul câinelui e adevărat şi pentru corpurile pasagerilor şi, în general, pentru toate obiectele din interiorul proiectilului: în fiecare punct al traiectoriei, ele au aceeaşi viteză ca proiectilul însuşi şi, ca atare, nu trebuie să cadă chiar dacă rămân fără niciun punct de sprijin. Scaunul care se sprijină pe podeaua proiectilului poate fi aşezat cu picioarele în sus pe tavan fără a cădea „în jos“, pentru că îşi va continua zborul împreună cu tavanul. Pasagerul se poate aşeza cu capul în jos pe acest scaun şi să rămână astfel aşezat fără a avea vreo tendinţă de a cădea pe podeaua proiectilului. Ce forţă îl poate sili să cadă? Dacă el ar cădea, adică s-ar apropia de podea, aceasta ar fi însemnat propriu-zis că proiectilul zboară în spaţiu cu o viteză mai mare decât pasagerul (altfel scaunul nu s-ar apropia de podea). Iar aceasta este imposibil: noi ştim că toate obiectele din interiorul proiectilului au aceeaşi acceleraţie ca proiectilul însuşi.

Romancierul nu a observat acest lucru: el credea că obiectele din interiorul proiectilului, în timpul zborului liber al acestuia, vor continua să exercite o presiune pe suprafeţele lor de sprijin, aşa cum o exercitau atunci când proiectilul nu-şi luase încă zborul. Jules Verne a scăpat din vedere faptul că corpul ponderabil apasă asupra suprafeţei sale de

S"în numai pentru că aceasta este imobilă sau se mişcă arm; dacă însă atât corpul, cât şi suportul său se mişcă în spaţiu cu o acceleraţie egală, atunci ele nu pot să apese unul asupra celuilalt..

Deci, din momentul călătoriei când gazele au încetat să mai acţioneze asupra proiectilului, pasagerii nu mai aveau niciun fel de greutate şi puteau pluti liber în interiorul proiectilului; tot astfel toate obiectele din el trebuiau să fie cu totul imponderabile. După acest indiciu, pasagerii puteau constata cu uşurinţă dacă şi-au luat zborul sau continuă să rămână nemişcaţi în gura tunului. Cu toate acestea, romancierul povesteşte cum în prima jumătate de oră a călă- «toriei lor cosmice pasagerii îşi puneau zadarnic întrebarea dacă zboară sau nu.

— „Zburăm, Nicholl?

Amândoi se uitară lung unul la altul. De fapt nici Ardan şi nici căpitanul nu se gândiseră încă la asta. Prima lor grijă fusese Barbicane, nu proiectilul.

Ardan îi spuse:

— Cred că zburăm.

— Doar nu-ţi vei fi închipuind că ne odihnim liniştiţi pe ţărmul Floridei? întrebă Nicholl.

— Sau poate crezi că suntem în fundul golfului Mexic? făcu Michel Ardan“.

Astfel de dubii pot avea pasagerii unui vapor, dar ele sunt de neimaginat pentru pasagerii unui proiectil care zboară liber; primii îşi menţin greutatea, iar ceilalţi nu pot să nu observe că au devenit complet imponderabili.

Ciudat fenomen trebuie să fi fost acel vagon-proiectil fantastic! O lume în miniatură în care corpurile sunt lipsite de greutate, unde toate obiectele scăpate din mână rămân pe loc şi-şi păstrează echilibrul în orice poziţie, unde apa nu se varsă dintr-o sticlă răsturnată. Toate acestea au scăpat din vederea autorului romanului De la Pământ la Lună şi ce posibilităţi uimitoare s-ar fi deschis fanteziei neobosite a romancierului!

A CÂNTĂRI EXACT CU O BALANŢĂ DEFECTĂ

Ce este mai important pentru a putea cântări exact: balanţa sau greutăţile?

Dacă credeţi că amândouă sunt la fel de importante, atunci greşiţi. Dacă avem la îndemână greutăţi bune, atunci putem cântări cu exactitate chiar dacă balanţa nu dă indicaţii exacte. Există pentru aceasta câteva metode. Vom examina două dintre ele.

Prima metodă a fost propusă de marele chimist rus D. I. Mendeleev. Cântărirea începe prin aşezarea pe taler a unei tare oarecare, indiferent care, cu condiţia doar ca ea să fie mai grea decât corpul care urmează să fie cântărit. Această tară se echilibrează cu ajutorul greutăţilor ce se aşază pe celălat taler. După aceea pe talerul cu greutăţi se aşază corpul care urmează a fi cântărit şi se scot atâtea greutăţi cât este necesar pentru a restabili echilibrul. Este evident că valoarea greutăţilor scoase este egală cu greutatea corpului; aceasta din urmă înlocuieşte acum greutăţile respective pe acelaşi taler, având, prin urmare, aceeaşi greutate.

Această metodă, numită metoda încărcării permanente, este deosebit de comodă când avem de cântărit unul după altul câteva corpuri: tara iniţială rămâne mereu aceeaşi şi este folosită la cântărirea tuturor obiectelor.

O altă metodă, numită metoda lui Borda, după numele savantului care a propus-o, constă în următoarele:

Se aşază obiectul care urmează a fi cântărit pe unul dintre talere, iar pe celălalt se toarnă nisip sau alice până la echilibrarea balanţei. Apoi, îndepărtând obiectul de la primul taler (fără a atinge nisipul), se pun pe el greutăţi până când balanţa revine la echilibru. Este evident acum că valoarea greutăţilor folosite este egală cu greutatea obiectului pe care l-au înlocuit. De aici provine cea de-a doua denumire a acestei metode: cântărire prin substituţie.

Pentru balanţa cu arc, care nu are decât un singur taler» este de asemenea valabilă această metodă dacă dispunem de greutăţi exacte. De data aceasta nu mai avem nevoie de nisip sau de alice. Aşezăm obiectul de cântărit pe taler şi notăm, valoarea dată de acul indicator al balanţei. Apoi înlocuim obiectul respectiv cu atâtea greutăţi încât săgeata indicatorului să revină în dreptul aceleiaşi diviziuni ca mai înainte. Este evident că valoarea respectivă a greutăţilor ne dă greutatea obiectului pe care l-am înlocuit.

## MAI PUTERNIC DECÂT EL ÎNSUŞI

Ce greutate puteţi ridica cu mâna? Să presupunem că una de 10 kg. Credeţi că aceste 10 kg determină forţa musculară a mâi- nii dumneavoastră? Vă înşelaţi: forţa musculară este mult mai mare! Urmăriţi, de exemplu, acţiunea bicepsului braţului dumneavoastră (fig. 27). El este fixat în apropierea punctului de sprijin al pârghiei pe care o prezintă osul antebraţului, iar greutatea îşi exercită acţiunea asupra celuilalt capăt al acestei pârghii vii. Distanţa de la greutate până la punctul de sprijin, adică până la încheietură, este de 8 ori mai mare decât distanţa de la capătul muşchiului până la punctul de sprijin. Prin urmare, dacă greutatea este de 10 kg, atunci muşchiul depune o forţă de tracţiune de opt ori mai mare. Dezvoltând o putere de opt ori mai mare decât mâna noastră, muşchiul ar fi putut ridica direct nu 10, ci 80 kg.

Fără a exagera, putem spune că fiecare om este mult mai puternic decât el însuşi, adică muşchii noştri dezvoltă o forţă mult mai mare decât cea care se manifestă în activităţile noastre.

Este oare raţională o asemenea structură a mâinilor şi braţelor noastre? La prima privire s-ar părea că nu: apare o

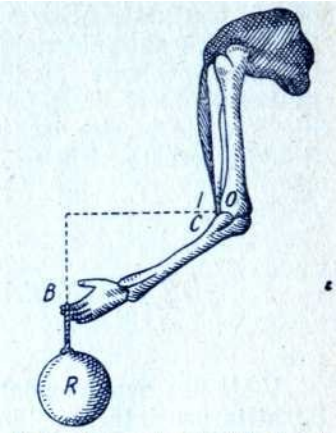



Figura 27 — Antebraţul *A* al omului este o pîrghie de gradul al doilea. Forţa activă este aplicată în punctul I! Punctul de sprijin al pîrghiei se află în punctul O al articulaţiei; rezistenţa întîmpinată (greutatea *R*) este aplicată în punctul *B*. Distanţa *BO* este mai mare decît distanţa *IO* de aproximativ 8 ori. (Desenul a fost luat dintr-o lucrare veche a lui Borelli, un savant florentin din secolul al XVII-lea, intitulată „Despre mişcarea animalelor", în care pentru prima dată legile mecanicii au fost aplicate la fiziologie.)

pierdere de putere necompensată prin nimic. Să ne amintim totuşi vechea* „lege de aur" a mecanicii: ceea ce se pierde ca putere se câştigă ca mişcare. Aici are loc un ctştig de viteză. Mâinile noastre se mişcă de 8 ori mai repede decât muşchii care le comandă. Această fixare a muşchilor, pe care o constatăm în corpul animalelor, asigură viteza de mişcare a membrelor, viteză care în lupta pentru existentă are o importantă mai mare decât forţa. Noi, oamenii, am fi fost nişte fiinţe foarte încete dacă mâinile şi picioarele noastre nu ar fi avut această structură.

DE CE ÎNŢEAPĂ OBIECTELE ASCUŢITE?

V-aţi pus oare vreodată întrebarea: de ce acul străpunge cu atâta uşurinţă un obiect? De ce un ac subţire străpunge ■ aşa de uşor o stofă sau un carton în timp ce un cui bont le străpunge mult mai greu? S-ar părea că în ambele cazuri acţionează aceeaşi forţă.

Forţa este aceeaşi, dar presiunea este inegală. În primul caz, întreaga forţă este concentrată în vârful acului; în cel de-al doilea, aceeaşi forţă se distribuie pe suprafaţa mult mai mare a cuiului bont; deci presiunea exercitată de ac este mult mai mare decât a cuiului, deşi efortul depus de mâna noastră rămâne acelaşi.

Oricine vă va spune că o grapă cu 20 de dinţi va săpa mai adânc pământul decât una cu 60 de dinţi dar cu aceeaşi greutate. De ce? Pentru că în primul caz încărcarea pe fiecare dinte este mai mare decât în cazul al doilea.

Când este vorba de presiune, atunci totdeauna trebuie să avem în vedere, în afară de forţă, şi suprafaţa asupra căreia acţionează această forţă. Când ni se spune că

cineva are un salariu de 1 000 de ruble, noi nu ne putem da seama dacă acest salariu este mare sau mic, pentru că nu ştim dacă este vorba de salariul lunar sau anual. Tot astfel, şi acţiunea forţei depinde de faptul dacă ea este distribuită pe un centimetru pătrat sau este concentrată pe o sutime de milimetru pătrat.

Cu schiuri omul poate merge pe zăpada afinată, iar fără schiuri se afundă în ea. De ce? Pentru că în primul caz presiunea corpului lui se distribuie pe o suprafaţă mult mai mare decât în cazul al doilea. Dacă, de exemplu, suprafaţa schiurilor este de 20 de ori mai mare decât suprafaţa tălpilor noastre atunci presiunea exercitată de noi asupra zăpezii este de 20 de ori mai mică decât atunci când stăm pe zăpadă fără schiuri. Zăpada afinată ne va ţine în primul caz pe suprafaţa ei; în al doilea caz ne afundăm.

Din aceeaşi cauză, cailor care lucrează în locurile mlăştinoase li se leagă la copite nişte „ghete" speciale, pentru a mări suprafaţa de sprijin a picioarelor, micşorând astfel presiunea exercitată asupra terenului mlăştinos; astfel picioarele cailor nu se mai afundă în solul moale. Tot aşa procedează şi oamenii din regiunile mlăştinoase.

Pe suprafaţa gheţii subţiri oamenii se deplasează târâş pentru a-şi distribui greutatea întregului corp pe o arie mai mare. În sfârşit, particularitatea caracteristică a tancurilor şi a tractoarelor cu şenile de a nu se împotmoli în terenurile moi cu toate că au greutate mare se explică tot prin distribuirea greutăţii lor pe o suprafaţă de sprijin mare. O maşină cu şenile, cu o greutate de 8 şi chiar de mai multe tone, exercită pe 1 cm2 de teren o presiune de cel mult 600g. Din acest punct de vedere este interesant autocamionul cu şenile folosit pentru transporturile în regiunile mlăştinoase. Un astfel de camion, trans- portând 2 tone de mărfuri, exercită asupra solului doar o presiune de 160g pe 1 cm2; de aceea el poate fi folosit cu succes pe terenurile mlăştinoase de turbă, pe terenuri nisipoase etc.

În acest caz, suprafaţa mare de sprijin este tot atât de avantajoasă ca şi suprafaţa mică în cazul acului.

Din cele spuse este clar că un vârf ascuţit străpunge numai datorită suprafeţei reduse pe care se distribuie acţiunea forţei.

Tot din acelaşi motiv un cuţit ascuţit taie mai bine decât unul tocit: forţa este concentrată pe un spaţiu mai mic.

Astfel, obiectele ascuţite taie şi străpung bine deoarece pe ascuţişul şi pe vârful lor se concentrează o presiune mai mare.

ASEMENEA LUI LEVIATAN

De ce atunci când şedem pe un taburet simplu el ni se pare mai tare decât un scaun de lemn? De ce ni se pare atât de moale un hamac împletit din frânghii destul de aspre? De ce ni se pare suficient de moale patul cu plasă de sârmă în locul saltelei cu arcuri?

Nu este greu să găsim răspunsul la aceste întrebări. Suprafaţa unui taburet simplu este plană şi de aceea corpul nostru vine în contact cu el numai pe o suprafaţă mică, pe care se şi concentrează întreaga lui greutate. Scaunul însă are o suprafaţă

curbă, care vine în contact cu o parte mai mare din suprafaţa corpului nostru şi deci pe o unitate de suprafaţă revine o greutate mai mică, presiune mai redusă.

Astfel, totul se explică aici printr-o distribuţie mai Uniformă a presiunii. Când dormim pe un pat moale, în el se formează adâncituri care coincid cu neregularităţile corpului nostru. Atunci presiunea pe suprafaţa de contact se distribuie destul de uniform şi pentru fiecare centimetru pătrat revin doar câteva grame. Nu este de mirare faptul că îri asemenea condiţii ne simţim bine.

Această deosebire poate fi uşor exprimată şi în cifre. Suprafaţa corpului unui om matur este de aproximativ 2 m2 sau 20 000 cm2. Să presupunem că, atunci când stăm culcaţi în pat, în contact cu acesta vine aproximativ 1/4 din întreaga suprafaţă a corpului, adică 0,5 m2 sau 5 000 cm2. Greutatea corpului nostru este de aproximativ 60 kg (în medie) sau 60 000 g. Prin urmare, pentru fiecare cm2 revin doar 12 g. Când însă suntem culcaţi pe o scândură goală, atunci venim în contact cu suprafaţa de sprijin doar în câteva porţiuni mici, a căror suprafaţă totală însumează numai vreo sută de centimetri pătraţi. În acest caz, asupra fiecărui centimetru pătrat se exercită o presiune de o jumătate de kilogram şi nu de zece grame. Diferenţa este mare şi o simţim imediat pe corpul nostru.

Dar chiar pe patul cel mai tare putem să ne simţim foarte comod dacă presiunea se distribuie uniform pe o suprafaţă mare. Imaginaţi-vă că v-aţi culcat pe o argilă moale şi în ea s-au imprimat formele trupului dumneavoastră. Lăsaţi apoi argila să se usuce (uocându-se, argila „se lasă“ cu 5—10%, -dar presupunem că acest lucru nu se întâmplă). Când ea va deveni tare ca piatra, păstrând contururile corpului dv., culcaţi-vă din nou pe ea, umplând cu corpul dv. Această formă de piatră. Vă veţi simţi ca pe o saltea de puf, deşi de fapt culcuşul acesta este tare ca piatra. Veţi fi asemenea lui Leviatan, despre care Lomonosov scrie în versurile sale:

„Pe stânci ascuţite se culcă.

Dispreţuind a lor tărie Şi considerându-le moi ca mâlul Pentru marile sale forţe."

Dar cauza insensibilităţii noastre faţă de rigiditatea culcuşului nu vor fi „marile forţe”, ci distribuirea greutăţii corpului pe o suprafaţă de sprijin foarte mare.

Capitolul 3

## ■ REZISTENŢA MEDIULUI

### GLONŢUL ŞI AERUL

Este cunoscut de toţi faptul că aerul opune rezistenţă la zborul glonţului, dar numai puţini îşi dau seama cât de mare este această acţiune de frânare a aerului. Majoritatea oamenilor tind să creadă că un asemenea mediu cum este aerul, pe care în mod obişnuit nici nu-l simţim, nu poate împiedica prea mult zborul unui glonţ de armă.

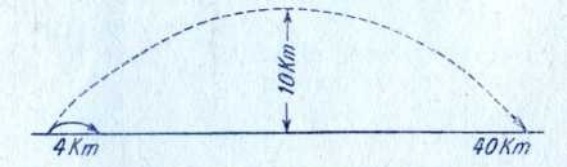



Figura 28 — Zborul glonţului în vid şi în aer. Arcul cel mare reprezintă traseul pe care l-ar avea glonţul dacă n-ar exista atmosfera. Arcul cel mic reprezintă traiectoria reală a glonţului în atmosferă.

Dar priviţi desenul din figura 28 şi veţi înţelege că aerul prezintă o piedică serioasă pentru glonţ în zborul lui. Arcul mare din acest desen reprezintă traiectoria pe care ar parcurge-o glonţul dacă nu ar exista atmosferă. Părăsind ţeava armei sub un unghi de 45° şi cu viteza iniţiala 620 de m/s, glonţul ar descrie un arc uriaş cu o înălţime de 10 km, iar bătaia lui ar fi de aproape 40 km. În realitate însă, în condiţiile de mai sus, glonţul descrie un arc de cerc relativ mic şi distanţa lui de zbor va fi doar de 4 km. Acest arc, reprezentat pe acelaşi desen, este cu totul neînsemnat faţă de primul; iată care este rezultatul rezistenţei opuse de aer! Dacă nu ar exista aerul, atunci s-ar putea trage cu arma într-un inamic aflat la o distanţă de 40 km, împroşcând cu o ploaie de plumb la o înălţime de 10 km!

TRAGEREA LA DISTANŢE FOARTE MARI

Tragerile la distanţe de o sută de kilometri şi mai mult au fost folosite pentru prima oară de către artileria germană pe la sfârşitul primului război mondial (1918), când succesele aviaţiei franceze şi engleze au pus capăt atacurilor aeriene ale germanilor. Statul-major german a ales atunci o altă metodă,

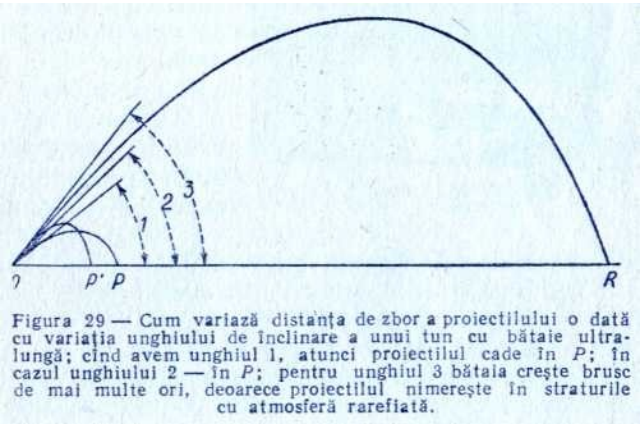



Figura 29 — Cum variază distanţa de zbor a proiectilului o dată cu variaţia unghiului de înclinare a unui tun cu bătaie ultralungă; cînd avem unghiul 1, atunci proiectilul cade în *P*; în cazul unghiului 2 — în *P*; pentru unghiul 3 bătaia creşte brusc de mai multe ori, deoarece proiectilul nimereşte în straturile cu atmosferă rarefiată.

folosind de data aceasta artileria pentru a putea dezlănţui focul asupra capitalei Franţei, aflată la o distanţă de cel puţin 110 km de linia frontului.

Această metodă era cu totul nouă, neexperimentată încă de nimeni. F.a a fost găsită de artileriştii germani cu totul întâmplător. Trăgându-se cu un tun de calibru

mare cu un unghi de înălţare mare, s-a constatat pe neaşteptate că în locul unei distanţe de bătaie de 20 km s-a atins o bătaie de 40 km. S-a constatat Că proiectilul trimis în sus cu o viteză iniţială mare ajunge în acele straturi de atmosferă rarefiată unde rezistenţa aerului este foarte mică; în acest mediu, care opune o rezistenţă mică, proiectilul parcurge o mare parte din traiectoria sa şi apoi coboară brusc spre pământ. În figura 29 se arată cât de mare este diferenţa dintre traiectoria proiectilelor atunci când variază unghiul de înălţare.

Germanii au pus această observaţie la baza proiectului de construcţie a unui tun cu bătaie ultralungă pentru bombardarea Parisului, aflat la distanţa de 115 km. Tunul a fost construit în grabă şi în vara anului 1918 a lansat asupra Parisului peste 300 de proiectile.

Iată ce s-a aflat ulterior despre acest tun.

El era format dintr-o ţeavă de oţel cu lungimea de 34 m şi grosimea de 1 m; grosimea pereţilor în partea camerei închizătorului era de 40 cm. Greutatea tunului era de 750 de tone. Proiectilele lui în greutate de 120 kg, aveau o lungime de 1 m şi o grosime de 21 cm. Pentru încărcarea tunului erau necesare 150 kg de pulbere; se dezvolta o presiune de 5 000

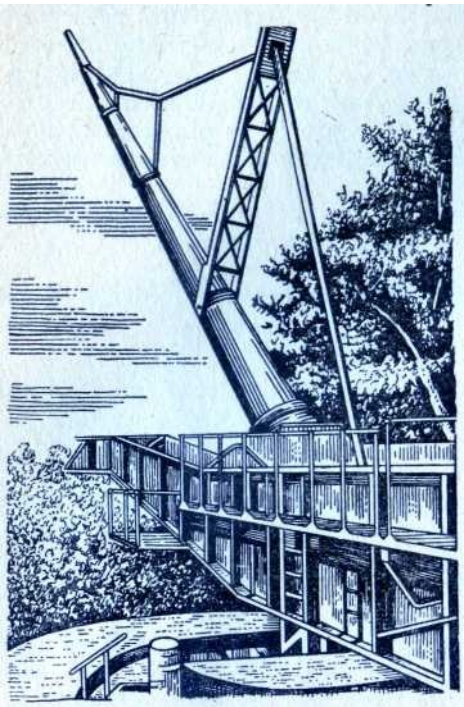


Figura 30 — Tunul german „Kolossal". Aspectul exterior.

de atmosfere, care împingea proiectilul afară din ţeavă cu o viteză iniţială de 2 000 m/s. Tragerea se făcea cu un unghi de înălţare de 52°; proiectilul descria un arc uriaş al cărui punct superior se afla la o înălţime de 40 km deasupra pământului, în stratosferă. De la locul lansării şi până la Paris (cei 115 km), proiectilul făcea 3,5 minute, din care două minute zbura prin stratosferă.

Aşa se prezenta primul tun cu bătaie ultralungă, străbunul artileriei moderne de tragere la distanţe foarte mari.

Cu cât este mai mare viteza iniţială a glonţului (sau a proiectilului), cu atât rezistenţa aerului este mai mare; ea nu creşte proporţional cu viteza, ci mai repede proporţional cu puterea a doua sau şi mai mare a vitezei (în funcţie de mărimea acestei viteze).

DE CE SE ÎNALŢĂ ZMEUL DE HIRTIE?

Aţi încercat vreodată să vă explicaţi de ce zmeul de hâr- tie se înalţă în sus atunci când este tras de frânghie înainte?

Dacă puteţi răspunde la această întrebare, veţi înţelege de asemenea de ce zboară avionul, de ce plutesc în aer seminţele de arţar şi, în parte, vă veţi da seama de cauzele mişcărilor stranii ale bumerangului. Toate aceste fenomene fac parte din aceeaşi categorie. Acelaşi aer care prezintă o piedică atât de serioasă pentru zborul gloanţelor şi al proiectilelor condiţionează nu numai zborul fructului uşor de arţar sau al zmeului de hârtie, dar şi pe cel al greoiului avion cu zeci de pasageri.

Pentru a explica înălţarea zmeului de hârtie va trebui să recurgem la o schiţă simplificată. Să presupunem că linia MN (fig. 31) reprezintă secţiunea zmeului. Dacă, vrând să înălţăm zmeul, îl tragem de frânghie, atunci

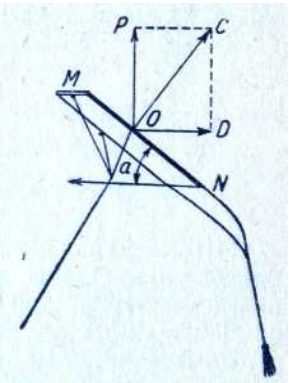


Figura 31 — Forţele care acţionează asupra zmeului de hîrtie.

el, din cauza greutăţii cozii, se mişcă într-o poziţie înclinată. Să considerăm că această mişcare are loc dinspre dreapta spre stânga. Notăm unghiul de înclinare a planului zmeului faţă de orizontală cu a. Să vedem acum ce forţe acţionează asupra zmeului în această situaţie. Aerul trebuie, desigur, să împiedice mişcarea lui, exercitând asupra zmeului o presiune oarecare, reprezentată în figura 31 prin săgeata OC; deoarece aerul apasă totdeauna perpendicular pe o suprafaţă, linia OC formează în desenul nostru un unghi drept cu MN. Forţa OC poate fi descompusă în două forţe, construindu-se paralelogramul forţelor; în locul forţei OC obţinem astfel forţele OD şi OP. Forţa OD împinge zmeul nostru înapoi şi, prin urmare, reduce viteza lui iniţială. Cealaltă forţă, OP, îl împinge în sus; ea îi reduce greutatea şi, dacă este suficient de mare, o poate chiar învinge astfel că zmeul se înalţă. Iată de ce zmeul se ridică în sus când îl tragem de frânghie înainte.

Avionul este tot un fel de zmeu, cu deosebirea că forţa motoare a mâinii este înlocuită aici cu forţa elicei sau a motorului cu reacţie, care comunică aparatului mişcarea înainte şi, prin urmare, asemenea zmeului, îl forţează să se înalţe. Schema reprezentată aici este grosolană; există şi alte cauze care determină decolarea avionului, cauze despre care se va vorbi în altă parte L

PLANOARE LE VII

Ştiţi că avioanele nu sunt construite, după cum se obişnuieşte să se creadă, asemenea păsărilor, ci mai curând asemenea veveriţelor zburătoare, sau peştilor zburători. De altfel, animalele enumerate mai sus nu-şi folosesc membrele de zbor pentru a se ridica în sus, ci doar pentru a putea efectua salturi mari, coborâri planate, cum ar zice un aviator. La ele, forţa OP (fig. 31) este insuficientă pentru a echilibra pe deplin

1 Vezi volumul al doilea al Fizicii distractive, paragraful Unde şi virtejuri.

Greutatea corpului lor; ea le reduce doar greutatea şi le ajută să facă sărituri uriaşe din puncte aflate la înălţime (fig. 32). Veveriţele zburătoare sar 20—30 m din vârful unui copac pe ramurile de jos ale altuia. În India şi în Ceylon trăieşte o specie de veveriţe zburătoare mai mari, tagnanii (Schoinobates volans), care au mărimea unei pisici obişnuite; când tagnanul îşi întinde „planorul”, atunci lăţimea lui atinge o jumătate de metru. A- ceste dimensiuni mari ale membrelor de zbor îi permit acestui animal să efectueze „zboruri” pe o distanţă de 50 m, cu toate că greutatea lui este destul de mare. Iar der- moptera care populează insulele Sonde şi Filipine face chiar salturi pe o distanţă până la 70 m.

ZBORUL „FĂRĂ MOTOR“ LA PLANTE

Plantele recurg şi ele adesea la zborul planat, şi anume pentru a-şi răspândi fructele şi seminţele. Multe fructe şi seminţe sâ’nt prevăzute cu mănunchiuri de puf (păpădia, bumbacul), care funcţionează asemenea unei paraşute, sau cu nişte planuri de susţinere sub forma unor protuberanţe, proeminenţe etc. Astfel de planoare vegetale găsim la conifere, arţari, ulmi, mesteceni, carpeni, tei, nenumărateumbelifereetc.

În cunoscuta carte Viaţa plantelor a lui Kerner von Mari- laun citim despre aceasta următoarele:

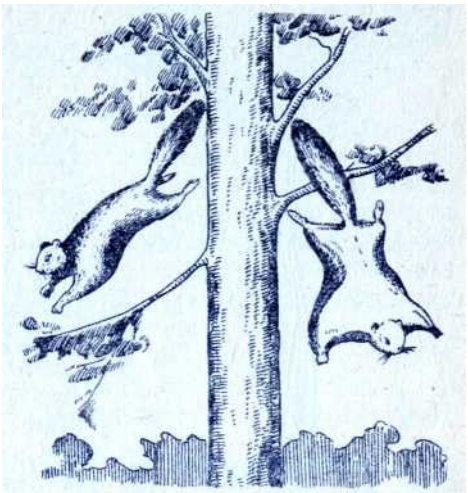


Figura 32 — Veveriţele zburătoare în timpul săltului. Ele efectuează de la înălţime sărituri pe o distanţă de 20—30 m.

„În zilele însorite, fără vânt, curentul de aer vertical ridică o mulţime de fructe şi de seminţe la o înălţime destul de mare; după apusul soarelui însă, de obicei, ele coboară din nou în apropiere. Aceste zboruri sunt importante nu a tât pentru răspândirea largă a plantelor, cât pentru plasarea lor pe cornişe şi în crăpăturile pantelor abrupte şi ale stâncilor, unde seminţele nu ar fi putut ajunge pe altă cale. Totodată, masele de aer care se deplasează orizontal răspândesc fructele şi seminţele, care planează în aer, la distanţe foarte mari.

La unele plante, aripioarele şi paraşutele rămân legate de seminţe numai în timpul zborului. Seminţele acestor plante zboară lin în aer, dar de îndată ce întâlnesc un obstacol îşi leapădă paraşuta şi cad pe pământ“.

În figurile 33 şi 34 sunt reprezentate câteva fructe şi seminţe prevăzute cu „planoare”.

În multe privinţe, planoarele plantelor sunt chiar mai perfecte decât cele construite

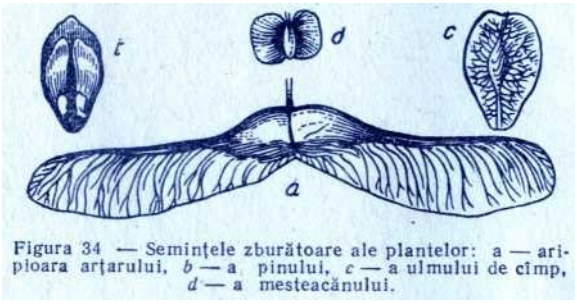



Figura 34 — Seminţele zburătoare ale plantelor: a — aripioara arţarului, *b* — a pinului, *c* — a ulmului de cîmp, *d* — a mesteacănului.

de om. Ele ridică o sarcină relativ mare în comparaţie cu propria lor greutate. De asemenea, acest „avion” vegetal se caracterizează printr-o stabilitate

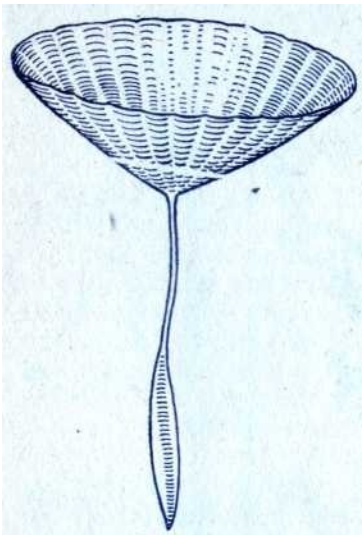


Figura 33 — Fructul tragopogonului.

automată: dacă sămânţa unei iasomii indiene este răsturnată, atunci ea se va întoarce singură din nou cu partea convexă în jos; dacă în timpul zborului sămânţa întâlneşte un obstacol, ea nu-şi pierde echilibrul, nu cade, ci coboară lin.

SALTUL intlRZIAT AL PARAŞUTISTULUI

Aici ne vin în minte săriturile eroice efectuate de maeştrii paraşutismului sportiv, efectuate de la o înălţime de circa 10 km fără a deschide paraşuta. Numai după ce parcurg o mare parte din drum ei trag de inelul paraşutei şi ultimele sute de metri coboară planând cu ajutorul umbrelelor lor.

Mulţi îşi închipuie că atunci când omul cade „ca o piatră*1, fără a deschide paraşuta, el coboară ca într-un spaţiu vid. Dacă lucrurile ar sta astfel, cu alte cuvinte dacă în aer corpul omenesc ar cădea ca în vid, atunci săritura cu întârziere ar dura mult mai puţin decât în realitate, iar viteza dezvoltată spre sfârşit ar fi uriaşă.

Rezistenţa aerului împiedică însă creşterea vitezei. Viteza corpului paraşutistului în timpul săriturii cu întârziere creşte doar în decursul primelor zece secunde, în primele sute de metri. Rezistenţa aerului creşte o dată cu creşterea vitezei atât de mult, încât momentul când viteza nu mai variază vine destul de repede. Din accelerată, viteza devine uniformă.

Cu ajutorul calculelor se poate trasa în linii generale tabloul săriturii întârziate din punctul de vedere al mecanicii. Căderea accelerată a paraşutistului durează numai primele 12 secunde sau ceva mai puţin, în funcţie de greutatea lui. În aceste secunde el reuşeşte să coboare cu 400—450 m şi să capete o viteză de aproximativ 50m/s. Tot restul drumului până la deschiderea paraşutei este parcurs cu o mişcare uniformă, cu această viteză.

Aproximativ tot aşa cad şi picăturile de ploaie. Diferenţa constă doar în faptul că prima perioadă a căderii, când viteza încă creşte, durează pentru picătura de ploaie doar aproximativ o secundă şi chiar mai puţin. De aceea viteza finală a picăturilor

nu este atât de mare ca la săritura întârziată a pa- raşutistului; ea oscilează între 2 şi 7 m/s, în funcţie de dimensiunile picăturii1.

BUMERANGUL

Această armă originală, cea mai remarcabilă realizare tehnicăa omului primitiv a trezit multă vreme urnirea savanţilor. Într-adevăr, figurile stranii, întortocheate, descrise de bumerang în aer (fig. 35) pot pune în încurcătură pe oricine.

În prezent, teoria zborului bumerangului este elaborată foarte amănunţit şi minunile au încetat să mai fie minuni. Nu ne vom opri însă asupra acestor amănunte interesante. Vom spune doar că traiectoria neobişnuită de zbor a bumerangului este rezultatul interacţiunii a trei factori: 1 – impulsul iniţial; 2—rotirea bumerangului şi 3 rezistenţa aerului. Austra-

Figura 35 — Cum folosesc australienii bumerangul la vînătoare pentru a-şi lovi victima de după o acoperire. Traiectoria bumerangului (în cazul unei lovituri greşite) este arătată printr-o linie punctată.

1 Despre viteza picăturilor de ploaie se vorbeşte mai amănunţit în • volumul Mecanica distractivă, iar despre saltul întârziat în Cunoaşteţi fizica} scrise tot de autorul Fizicii distractive.

Lianul ştie instinctiv să îmbine aceşti trei factori; ei variază cu dibăcie unghiul de înclinare al bumerangului, forţa şi direcţia de lansare pentru a obţine rezultatul dorit.

De altfel oricine poate căpăta puţină iscusinţă în această artă.

Pentru exerciţii în cameră ne vom mulţumi cu

Figura 37 — O altă formă a bumerangului de hîrtie (în mărime naturală).

t

bumerangul de hârtie, care poate fi decupat chiar dintr-o carte poştală, dându-i forma indicată în figura 36. Dimensiunile fiecărui braţ sunt: aproximativ 5 cm lungime şi ceva mai puţin de 1 cm lăţime.

Prindeţi cu unghia degetului mare bumerangul de hârtie şi loviţi-i capătul, astfel încât lovitura să fie îndreptată înainte şi puţin în sus. Bumerangul va parcurge în zbor vreo cinci metri, va descrie lin o curbă uneori destul de întortocheată şi, dacă nu se va lovi de vreun obiect din cameră, va cădea la picioarele dumneavoastră.

Experienţa va fi şi mai reuşită dacă-i dăm bumerangului dimensiunile şi forma reprezentate în figura 37 în mărime naturală. Este bine să îndoim braţele bumerangului în spirală

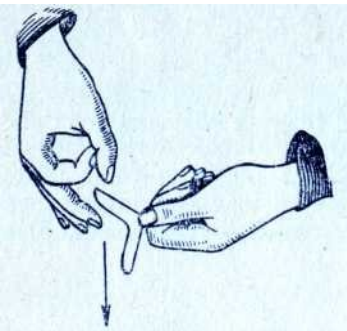


Figura 36 — Bumerangul de hîrtie şi metoda de lansare a acestuia.

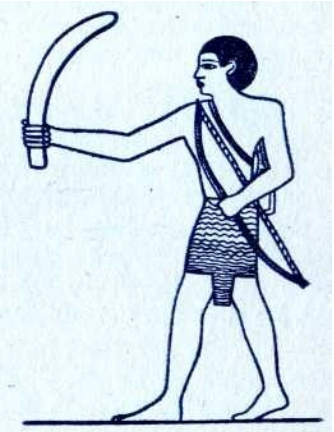


Figura 38 — Reprezentarea unui ostaş egiptean din antichitate, care lansează bumerangul.

(fig. 37, jos). După mai multe exerciţii putem face ca un astfel de bumerang să descrie în aer nişte curbe complexe şi să se înapoieze la locul de unde a fost lansat.

În concluzie, menţionăm că bumerangul nu constituie, după cum se obişnuieşte să se creadă, particularitatea exclusivă a armelor locuitorilor Australiei. El este folosit în diferite regiuni ale Indiei şi, judecând după rămăşiţele picturii murale, a constituit cândva arma obişnuită a ostaşilor asi- rieni (fig. 38). În Egipt şi în Nubia antică, bumerangul era de asemenea cunoscut. Singura trăsătură caracteristică a

bumerangului australian este curbura lui în spirală. Iată de ce bumerangul australian descrie nişte curbe întortocheate şi, în cazul loviturii greşite, se înapoiază la picioarele celui care l-a lansat.

Capitolul 4

ROTAŢIA. PERPETUUM MOBILE

CUM PUTEM DEOSEBI UN OU FIERT DE UNUL CRUD?

Cum să procedăm când trebuie să constatăm, fără a sparge coaja oului, dacă acesta este fiert sau crud? Cunoaşterea mecanicii vă va ajuta să ieşiţi cu succes din această mică încurcătură.

Trebuie să ştim că ouăle fierte se rotesc altfel decât cele crude. Tocmai de această proprietate ne putem folosi pentru rezolvarea problemei noastre. Oul respectiv se aşază pe o farfurie plată şi se pune în mişcare de rotaţie cu ajutorul a două degete (fig. 39). Oul fiert (mai ales răscopt) se roteşte mult mai repede şi timp mai îndelungat decât cel crud. Oul crud, dimpotrivă, se pune chiar greu în mişcare, pe când oul fiert se învârteşte atât de repede, încât contururile sale se contopesc pentru ochi într-o elipsoidă albă turtită şi se poate ridica singur în vârfu-i ascuţit.

Figura 39 — Cum să rotim oul.

Cauza acestor fenomene constă în aceea că oul răscopt se roteşte ca un tot, întreg; în oul crud însă conţinutul lui lichid, necăpătând imediat mişcarea de rotaţie, frânează, datorită’ inerţiei sale, mişcarea învelişului solid; el joacă rolul de frână.

Ouăle fierte se deosebesc de cele crude şi atunci când se opresc în mişcarea lor de rotire. Dacă atingem cu degetul oul fiert care se învârteşte, el se opreşte imediat. Oul crud însă oprindu-se pentru o clipă, se va mai roti puţin după ce îndepărtăm mâna. Aceasta se întâmplă tot datorită inerţiei: masa lichidă din interiorul oului crud continuă să se mişte chiar după ce învelişul solid a intrat în repaus; conţinutul oului răscopt însă se opreşte simultan cu învelişul exterior.

Aceeaşi experienţă poate fi făcută şi altfel. Încercuiţi cele două ouă cu brăţări de elastic „pe meridian11 şi suspendaţi-le de două sfori egale (fig. 40). Răsuciţi de un număr de ori egal şi lăsaţi ouăle să atârne liber. Deosebirea dintre oul crud şi cel fiert va deveni imediat evidentă. Revenind la poziţia iniţială oul fiert va începe să răsucească sfoara datorită inerţiei în sensul opus, desfăcând-o apoi din nou şi aceasta de câteva ori, reducându-se treptat numărul de rotiri. Oul crud însă se va răsuci o dată, de două ori şi se va opri cu mult înaintea oului fiert, mişcările lui fiind frânate de conţinutul lichid.

„DIVANUL FERMECAT“

Deschideţi o umbrelă, sprijiniţi-o cu vârful de podea şi rotiţi-o cu ajutorul mânerului; nu vă va fi greu să-i imprimaţi o mişcare de rotaţie destul de rapidă. Aruncaţi acum în inte

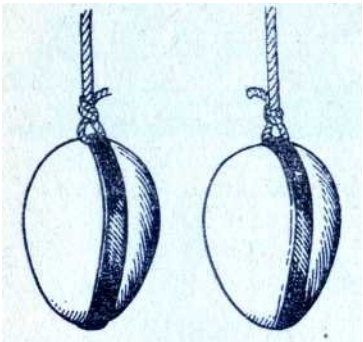


Figura 40 — Cum putem deosebi un ou fiert de unul crud observînd rotirea lor în stare suspendată.

riorul umbrelei o minge sau un ghem de hârtie; obiectul respectiv nu va rămâne în umbrelă, ci va îi aruncat din ea de ceea ce se obişnuieşte a fi numit în mod incorect „forţa centrifugă” şi ceea ce în realitate nu este alceva decât o manifestare a inerţiei. Mingea nu este aruncată în direcţia razei, ci în cea a tangentei la traseul mişcării circulare.

Pe acest efect al mişcării de rotaţie se bazează construcţia „divanului fermecat”, care constituie un mod original de distracţie (fig. 41) şi care poate fi văzută, de exemplu, prin parcurile de distracţii. Aici vizitatorii au ocazia de a încerca pe proprie piele acţiunea inerţiei. Publicul se aşază pe o suprafaţă rotundă, în picioare, şezând, culcaţi, cum doreşte fiecare. Un motor ascuns sub această suprafaţă o roteşte lin în jurul axului vertical, întâi încet, apoi tot mai repede, mărin- * du-i treptat viteza. Atunci sub acţiunea inerţiei, toţi cei aflaţi pe platformă încep să lunece spre marginile ei. La început această mişcare se observă puţin, dar, pe măsură ce „pasagerii” se depărtează de centru şi nimeresc pe circumferinţe cu raze tot mai mari, viteza şi, prin urmare, inerţia mişcării se

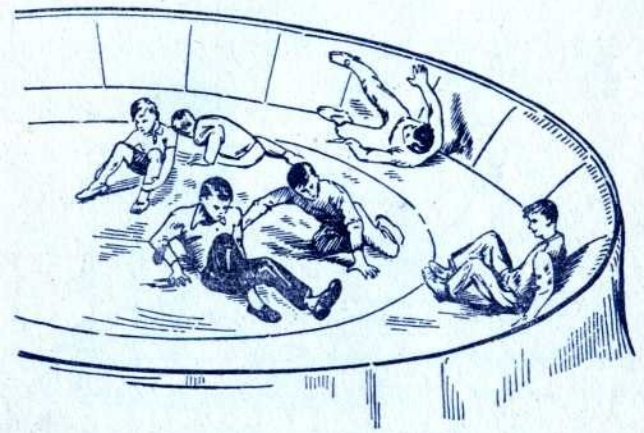


Figura 41 — Oamenii sînt aruncaţi dincolo de marginile discului rotitor.

manifestă tot mai vizibil. Niciun fel de eforturi depuse pentru a rămâne pe loc nu dau rezultate şi oamenii sunt aruncaţi de pe „roata râsului”.

În esenţă, globul pământesc este tot o asemenea roată, însă de dimensiuni uriaşe. Desigur, Pământul nu ne aruncă de pe el, dar ne reduce totuşi greutatea. La ecuator, unde viteza de rotaţie este maximă, reducerea de greutate care rezultă ajunge până la a 1/300 parte. Iar împreună cu o altă cauză (turtirea Pământului), greutatea fiecărui corp la ecuator scade, în general, cu o jumătate de procent (adică cu 1/200), astfel încât un om matur cântăreşte la ecuator aproximativ cu 300 g mai puţin decât la pol.

VIRTEJURI DE CERNEALĂ

Străpungeţi centrul unui disc, decupat dintr-un carton alb neted, cu un băţ de chibrit ascuţit la un capăt; veţi obţine sfârleaza reprezentată în figura 42 (stânga) în mărime naturală. Pentru a forţa discul să se rotească sprijinit pe vârful ascuţit

Figura 42 — Cum se împrăştie picăturile de cerneală pe un disc de hîrtie aflat în mişcare de rotaţie.

al băţului de chibrit, nu este nevoie de prea multă dibăcie; este suficient să răsucim chibritul între degete şi să lansăm repede sfârleaza pe o suprafaţă plană.

Cu ajutorul unei astfel de sfârleze se poate face o experienţă foarte instructivă. Înainte dea pune sfârleaza în mişcare picuraţi pe partea de sus a discului câteva

picături mici de cerneală. Faceţi să se rotească sfârleaza înainte ca picăturile de cerneală să se usuce. Când ea se va opri, veţi constata că fiecare pată de cerneală s-a scurs, formând o linie în spirală, iar toate aceste spirale laolaltă dau impresia unui vârtej.

Asemănarea cu vârtejul nu este întâmplătoare. Ce sunt, de fapt, spiralele de cerneală de pe discul de carton? Ele sunt urmele pe care le-au lăsat în deplasarea lor picăturile de cerneală. Ele suferă acelaşi efect ca şi omul care s-a instalat pe „divanul fermecat”. Depărtându-se de centru sub acţiunea forţei centrifuge, picătura nimereşte în acele regiuni ale discului unde viteza circulară este mai mare decât viteza de deplasare, a picăturii. În aceste regiuni, discul lunecă de sub picătură, luându-i-o înainte. Lucrurile se petrec ca şi cum picătura ar fi în întârziere faţă de disc, rămânând în urma razei respective a acestuia. De aceea drumul parcurs de ea se curbează şi pe disc vedem urmele unei mişcări curbilinii.

Acelaşi lucru se petrece cu fluxurile de aer care diverg de la regiunile de înaltă presiune a atmosferei (în „anticicloane“) sau care converg spre locurile de joasă presiune (în „cicloane”). Spiralele de cerneală sunt o imagine în miniatură a uriaşelor vârtejuri de aer.

## PLANTA AMĂGITĂ

X

Dacă mişcarea de rotaţie este rapidă, atunci efectul centrifug poate atinge o valoare atât de mare, încât depăşeşte acţiunea forţei de gravitaţie.

Iată o experienţă interesantă care arată ce forţă centrifugă mare se dezvoltă la rotirea unei roţi obişnuite. Ştim că o plantă tânără îşi îndreaptă întotdeauna tulpina în partea opusă sensului forţei de gravitaţie, adică creşte în sus. Dacă însă facem în aşa fel încât seminţele să încolţească pe janta unei roţi care se roteşte repede, aşa cum a făcut pentru prima dată botanistul englez Knight cu peste o sută de ani în urmă, vom observa un fenomen uimitor: rădăcinile tinerelor mlădiţe vor fi îndreptate în afară, iar tulpinile spre interior, de-a lungul razelor rotii (fig. 43).

Pur şi simplu am amăgit planta: în locul forţei de gravitaţie am silit-o să se supună, acţiunii unei alte forţe, care este îndreptată dinspre centrul roţii în afară. Şi întrucât planta îşi îndreaptă tulpina întotdeauna în sens opus forţei de gravitaţie, în cazul de faţă ea şi-a îndreptat tulpina spre interiorul roţii, dinspre jantă spre axa acesteia. Forţa de gravitaţie artificială pe care am creat-o s-a dovedit mai puternică decât cea naturală 1 şi tânăra plantă a crescut sub acţiunea ei.

## PERPETUUM MOBILE

Despre perpetuum mobile, „mişcarea veşnică”, se vorbeşte adesea atât la propriu, cât şi la figurat, dar nu toţi îşi dau seama ce anume trebuie să se subînţeleagă prin această noţiune. Perpetuum mobile este un astfel de mecanism imaginar care se mişcă prin el însuşi fără oprire şi care, în afară de aceasta, mai efectuează şi un oarecare lucru util (de exemplu ridică greutăţi). Nimeni nu a putut construi un asemenea mecanism,

1 Concepţia modernă asupra naturii forţei de gravitaţie nu vede, de altfel, aici nicio deosebire de principiu.

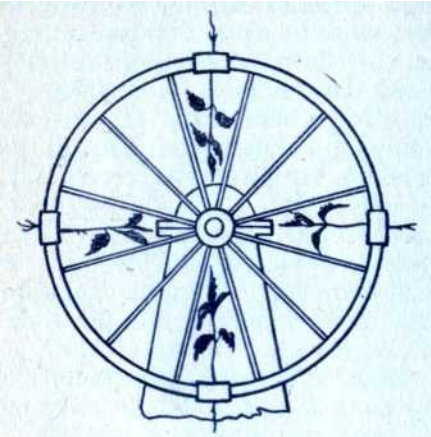


Figura 43 — Grăunţe de bob crescute pe janta unei roţi aflate în mişcare de rotaţie. Tulpinile sînt îndreptate spre osie, iar rădăcinile spre exterior.

deşi încercări de realizare au fost făcute încă din vremuri îndepărtate. Inutilitatea acestor încercări a dus la convingerea fermă că realizarea unui perpetuum mobile este imposibilă şi la formularea legii conservării energiei, una dintre legile fundamentale ale ştiinţei moderne. În ceea ce priveşte mişcarea veşnică, prin ea se subînţelege o mişcare perpetuă, fără_efectuarea unui lucru.

În figura 44 este reprezentat un mecanism automotor imaginar, care este unul dintre cele mai vechi proiecte de perpetuum mobile şi care mai t este reluat uneori şi astăzi de către unii adepţi fanatici ai acestei idei. La marginea roţii sunt articulate nişte tije mobile cu greutăţi la capăt. Oricare ar fi poziţia roţii, greutăţile din partea dreaptă vor fi mai depărtate de centru decât cele din stânga, deci această jumătate trebuie totdeauna să depăşească în forţă partea stângă şi să silească astfel roata să se rotească. Prin urmare, roata ar trebui să se rotească veşnic sau cel puţin până în momentul când i se va roade axul. Aşa a crezut inventatorul. Dar dacă construim un astfel de motor, el nu se va roti. De ce oare calculele inventatorului au dat greş?

Iată de ce: deşi greutăţile din partea dreaptă sunt totdeauna mai depărtate de centru, totuşi este inevitabilă poziţia în care numărul acestor greutăţi este mai mic decât cel din stânga. Priviţi desenul din figura 44: în dreapta nu sunt decât 4 greutăţi, iar în stânga 8. Se constată că întregul sistem se echilibrează; este firesc ca roata să nu se învârtească, ci, după câteva oscilaţii, să se oprească în această poziţie ’.

În prezent s-a demonstrat pe deplin faptul că nu poate fi construit niciun mecanism care să se mişte prin el însuşi şi

1 Mişcarea unui astfel de sistem se descrie cu ajutorul aşa-numitei teoreme a momentelor.

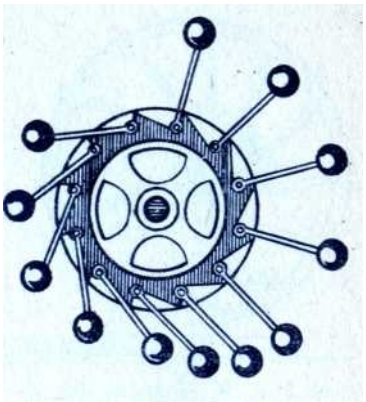


Figura 44 — Roata „perpetuum mobile“ imaginară, inventată în evul mediu.

să mai şi execute un lucru oarecare. Munca depusă pentru realizarea unui astfel de mecanism este cu totul zadarnică. În trecut, mai ales în evul mediu, oamenii îşi băteau capul căutind rezolvarea acestei probleme şi au consumat mult timp şi’

eforturi pentru inventarea unui perpetuum mobile. Realizarea unui astfel de motor apărea chiar mai ispititoare decât arta de a face aur din metale ieftine.

Puşkin, în Scene din vremuri cavalereşti, vorbeşte despre un astfel de visător, întruchipat în persoana lui Bert- hold:

„— Ce este perpetuum mobile} a întrebat Martin.

— Perpetuum mobile, i-a răspuns Berthold, este mişcarea veşnică. Dacă voi găsi mişcarea eternă, atunci creaţia omenirii nu va mai avea limite... Vezi, dragul meu Martin! Să creezi aur este ceva cât se poate de ispititor, ar fi. Poate, o descoperire interesantă şi avantajoasă, dar să inventezi perpetuum mobile.. O! “

Au fost inventate sute de perpetuum mobile, dar niciunul din ele nu se mişca. În fiecare caz, ca şi în exemplul nostru, inventatorul scăpa din vedere o împrejurare oarecare care-i distrugea apoi planurile.

Iată încă un model de perpetuum mobile; o roată cu bile grele (fig. 45). Inventatorul şi-a închipuit că bilele dintr-o parte a roţii, găsindu-se mereu mai aproape de margine, vor sili prin greutatea lor ca roata să se mişte.

Desigur că acest lucru nu va avea loc din acelaşi motiv care a fost expus atunci când am prezentat roata din fig. 44. Totuşi, într-unul din oraşele americane a fost realizată, în scopul de a face reclama unei cafenele, o roată uriaşă de acest gen (fig.46).

Desigur că acest perpetuum mobile era pus în mişcare de un alt mecanism, mascat cu grijă, astfel încât trecătorilor lise părea că roata se învârteşte datorită bilelor grele care se rostogoleau în locaşurile lor. Într-o vreme, în vitrinele unor cea

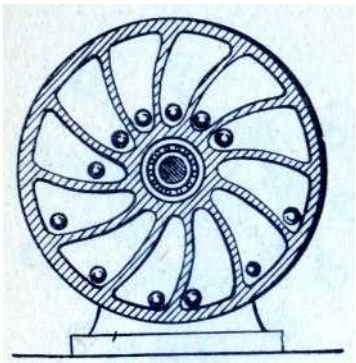


Figura 45 — Un „perpetuum mobile" imaginar, cu bile mobile.

sornicării puteau fi văzute şi alte modele de perpetuam mobile de acest gen, menite să atragă atenţia publicului: ele toate erau puse în mişcare de curentul electric.

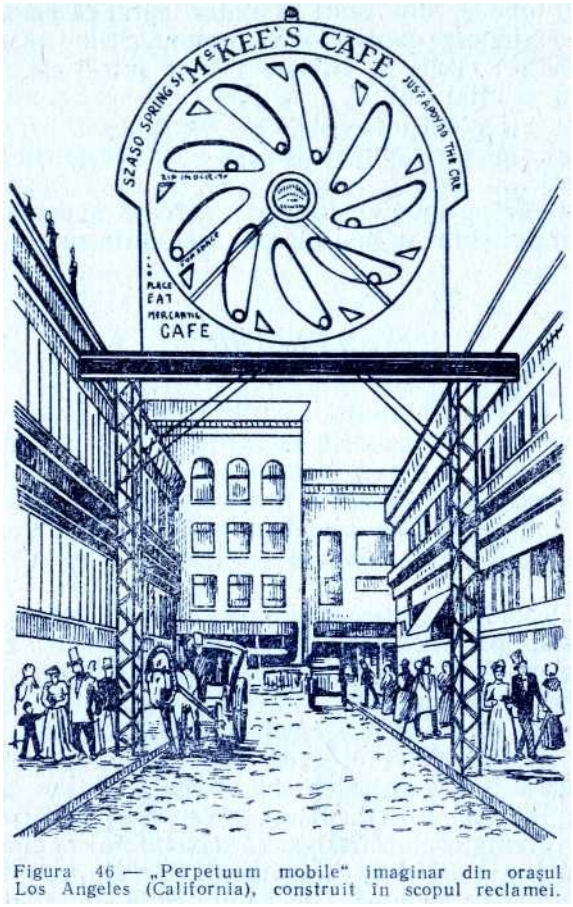



Figura 46 — „Perpetuum mobile" imaginar din oraşul Los Angeles (California), construit în scopul reclamei.

O dată un astfel de perpetuam mobile de reclamă mi-a dat multă bătaie de cap. Elevii mei, muncitori, au fost atât de impresionaţi de el, încât au rămas insensibili faţă de toate demonstraţiile mele menite să arate imposibilitatea de a cons trui un perpetuum mobile. Bilele care, rostogolindu-se, puneau în mişcare roata erau pentru ei o dovadă mai puternică decât toate demonstraţiile mele; ei nu voiau să creadă că minunea mecanică aparentă este pusă în mişcare de curentul electric al reţelei urbane. Mi-a venit în ajutor faptul că pe atunci în zilele de sărbătoare

curentul era întrerupt. Ştiind acest lucru, mi-am sfătuit elevii să viziteze vitrina într-o astfel de zi. Ei mi-au ascultat sfatul.

— Ei, aţi văzut motorul? i-am întrebat eu.

— Nu, mi-au zis ei ruşinaţi. Nu l-am văzut: era acoperit cu o hârtie…

De atunci au început din nou să creadă în legea conservării energiei şi nu au mai pierdut această încredere.

„CLENCIUL“

Mulţi au fost inventatorii autodidacţi ruşi care au muncit la rezolvarea problemei atât de ispititoare a unui perpetuum mobile. Pe unul dintre ei, ţăranul Alexandr Şceglov din Siberia, l-a descris M.E. Şcedrin, în povestirea sa 0 idilă contemporană, sub numele de „mic-burghezul Prezentov”. Iată ce spune Şcedrin despre vizitarea atelierului acestui inventator:

„Cetăţeanul Prezentov era un om în jur de treizeci şi cinci de ani, slab, palid, cu ochii mari şi gânditori şi cu părul lung, care-i cobora în şuviţe drepte pe umeri. Coliba lui era destul de spaţioasă, dar jumătate din ea era ocupată de un volant uriaş, astfel încât numai cu greu ne-am putut găsi cu toţii câte un locuşor. Volantul avea spiţe, iar obada, destul de voluminoasă, era construită sub forma unei lăzi goale în interior. În acest gol era plasat mecanismul care constituia secretul inventatorului. Desigur că secretul nu era cine ştie ce complicat: erau un fel de saci umpluţi cu nisip, care trebuiau să se echilibreze reciproc. Una dintre spiţe era străpunsă de un băţ care imobiliza roata.

— Noi am auzit că aţi aplicat legea mişcării eterne în practică, am zis eu.

— Nu ştiu ce să. Spun, a răspuns el intimidat; s-ar părea, ca şi cum…

— Îmi daţi voie să văd?

— Cu plăcere! Mă simt onorat…

Ne-a invitat să ne apropiem de roată, apoi s-o ocolim. Am constatat că şi în faţă şi în spate era roată.

— Se învârteşte?

— Se pare că ar trebui să se învârtească. Face, se pare, nazuri…

— Îi putem scoate piedica?

Prezentov a scos băţul: roata nici nu s-a mişcat.

— Face nazuri! a repetat el, îi trebuie un impuls.

A apucat obada cu ambele mâini, a rotit-o de câteva ori în sus şi în jos şi, în sfârşit, i-a dat un impuls puternic: roata a început să se învârtească. A făcut câteva ture destul de repede şi de lin (se auzea totuşi cum în interiorul obezii sacii cu nisip se mişcau şi ei), iar apoi şi-a încetinit tot mai mult mişcarea; un scrâşnet, un scârţâit şi roata s-a oprit.

— Un clenci, prin urmare, ne-a explicat ruşinat inventatorul, şi i-a mai dat un impuls roţii. Dar şi a doua oară totul s-a repetat.

— Poate nu aţi ţinut seama de frecare?

— Şi de frecare am ţinut seama… Dar ce contează frecarea? Nu e din cauza frecării, ci aşa… Uneori parcă se hotărăşte să mă bucure, iar apoi deodată… Face nazuri, se încăpăţânează şi gata. Ei, dacă roata ar fi fost făcută din material adecvat şi nu din deşeuri!"

Desigur că aici nici nu poate fi vorba despre un „clenci” sau despre „material neadecvat”, ci de faptul că însăşi ideea care a stat la baza construirii mecanismului era falsă. Roata era pusă în mişcare prin impulsul dat de inventator, dar se oprea îndată ce energia comunicată dinafară era consumată prin frecare.

FORŢA PRINCIPALĂ E ÎN BILE

Despre un alt inventator rus de perpetuum mobile, ţăranul Lavrentie Goldârev din Perm (decedat în 1884), ne povesteşte scriitorul Karonin (N. E. Petropavlovski). El îl descrie în povestirea sa Perpetuum mobile, sub numele de Pâhtin. Inven- ţia acestui autodidact este descrisă destul de amănunţit de literatul care-l cunoştea personal pe Goldârev:

„în faţa noastră se afla o maşină stranie de dimensiuni mari, asemănătoare la prima vedere cu masa pe care se potcovesc caii; se vedeau stâlpi prost neteziţi, traverse şi un întreg sistem de roţi volante şi dinţate; toate acestea erau greoaie, grosolane, dizgraţioase. Jos, lângă maşină, zăceau nişte bile de fontă; o grămadă de astfel de bile era ceva mai deoparte.

— Ea e? a întrebat administratorul.

— Ea e.

— Şi cum, se învârteşte?

— Desigur, se învârteşte

— Dar ce, ai cal ca s-o învârteşti?

— Ce să fac cu calul? Ea singură se învârteşte, a răspuns Pâhtin şi a început să demonstreze construcţia monstrului.

Rolul principal le revenea bilelor de fontă, care erau aruncate aici grămadă.

— Forţa principală e în aceste bile… Priviţi: întâi se loveşte aici… Apoi zboară şuierând, asemenea unui fulger, prin acest jgheab, de aci este prinsă de cupă şi-i aruncată în viteză nebună pe roata aceea şi iar o împinge bine, adică atât de bine încât începe să zumzăie… Şi cât zboară această bilă, acolo alta deja îşi face treaba… Acolo ea deja zboară iar şi… Bang! aici. De aici iar o ia prin jgheab… Se aruncă în cupă, sare pe acea roată şi dă-i I Şi tot aşa. Iată cum stă treaba… Iată că-i dau drumul…

Pâhtin se agita prin încăpere, adunând bilele împrăştiate, în sfârşit, îngrămădindu-le lângă el, a luat una din ele în mână şi a aruncat-o într-una din cupele roţii, apoi repede alta, a treia... A început o simfonie de nedescris: bilele loveau cupele de fier, lemnul roţilor scârţâia, stâlpii gemeau. Un şuierat infernal, zumzet, scrâşnet au umplut de îndată încăperea sumbră..."

Scriitorul afirmă că maşina lui Goldârev funcţiona. Aici el se face vinovat de o evidentă inexactitate. Rotirea era posibilă doar atât timp cât sferele, care fuseseră ridicate în sus, erau în cădere; în acest timp ele puteau mişca roata asemenea greutăţilor unui ceas de perete, în contul energiei acumulate în sfere atunci când ele au fost ridicate în sus. Dar o astfel de mişcare nu putea dura decât un timp scurt; îndată ce toate sferele vor cădea „rostogolindu-se“ în cupele de jos, maşina se va opri, şi aceasta doar dacă ea nu se va opri şi mai devreme, fiind frânată de contraacţiunea tuturor sferelor pe care maşina mai trebuia să le ridice.

Însuşi inventatorul a fost dezamăgit ulterior de creaţia sa, atunci când, expunându-şi mecanismul la Ekaterinburg, a avut ocazia să vadă la aceeaşi expoziţie nişte maşini industriale veritabile. Fiind întrebat despre maşina inventată de el, a răspuns mohorât:

— Dă-o încolo! Daţi dispoziţie să fie sfărâmată şi folosită ca lemne de foc...

ACUMULATORUL LUI UFIMŢEV

Cât de uşor putem cădea în eroare dacă ne formăm o idee despre „mişcarea eternă” numai după aspectul exterior, ne putem da seama examinând aşa-numitul acumulator de energie mecanică al lui Ufimţev. A. G. Ufimţev, un inventator rus din oraşul Kura, a creat un nou tip de centrală energetică eoliană cu un acumulator „de inerţie” ieftin, construit după principiul volantului. În 1920 Ufimţev a construit un model al acumulatorului său, care avea forma unui disc ce se rotea pe un ax vertical cu rulmenţi într-un manşon din care era evacuat prin pompare aerul. Imprimându-i-se o mişcare de rotaţie cu 20 000 de ture pe minut, discul îşi conserva mişcarea timp de 15 zile! Privind arborele unui astfel de disc, care-şi continua mişcarea zile de-a rândul fără a primi energie de afară, un observator superficial ar putea conchide că în faţa lui se află întruchiparea reală a unui perpetuum mobile.

O MINUNE CARE NU E MINUNE

Goana deznădăjduită după perpetuum mobile i-a făcut pe mulţi oameni să devină profund nefericiţi. Eu l-am cunoscut pe un muncitor care-şi cheltuia întregul câştig şi toate economiile pentru construirea unui astfel de motor. Sărmanul om a ajuns victima ideii lui nerealizabile. Prost îmbrăcat, totdeauna flămând, era în veşnică căutare de mijloace care să-i permită construirea „modelului definitiv11, care de această dată „se va mişca negreşit1*. Era trist să-ţi dai seama că omul acesta îndura lipsuri atât de mari numai pentru că nu cunoştea bazele elementare ale fizicii.

Este interesant de semnalat faptul că, dacă căutarea unui perpetuum mobile a fost întotdeauna sortită eşecului, dimpotrivă înţelegerea profundă a imposibilităţii de realizare a unui astfel de motor a dus adeseori la descoperiri interesante.

Drept un excelent exemplu poate servi metoda cu ajutorul căreia savantul olandez Stevin (sfârşitul sec. XVI şi începutul sec. XVII) a descoperit legea echilibrului forţelor pe plan înclinat. Acest matematician merită să se bucure de un renume mult mai mare decât cel care i-a revenit pentru că a făcut multe descoperiri importante de care ne folosim astăzi la tot pasul: a inventat fracţiile zecimale, a introdus în algebră folosirea indicilor, a descoperit legea hidrostaticii, redescoperită mai târziu de Pascal.

El a descoperit legea echilibrului forţelor pe un plan înclinat, fără a avea la bază regula paralelogramului forţelor, folosindu-se exclusiv de desenul reprezentat aici (fig. 47).

Pe deasupra unei prisme dreptunghiulare trece un lanţ format din 14 sfere identice. Ce se va întâmpla cu acest lanţ? Partea de jos, care atârnă ca o ghirlandă, se echilibrează de la sine. Dar celelalte două părţi ale lanţului se echilibrează oare? Cu alte cuvinte: oare cele două sfere din dreapta sunt ţinute în echilibru de celelalte patru din stânga? Desigur că da, pentru că în caz contrar lanţul ar luneca veşnic de la sine dinspre dreapta spre stânga, pentru că locul sferelor care ar luneca ar fi luat de fiecare dată de alte sfere şi astfel echilibrul nu s-ar mai stabili niciodată. Deoarece însă

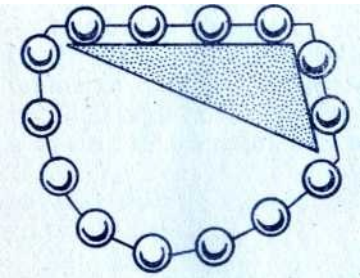


Figura 47 — „O minune care nu e minune."

ştim că lanţul aşezat astfel nu se deplasează de la sine, este evident că primele două sfere sunt ţinute într-adevăr în echilibru de cele patru din stânga. E un fel de minune: două sfere exercită tot atâta forţă cât patru!

Din această minune aparentă, Stevin a dedus o importantă lege a mecanicii. El a raţionat în felul următor. Ambele părţi ale lanţului, cea lungă şi cea scurtă, au greutăţi diferite; una din ele este mai grea decât cealaltă de atâtea ori de câte ori latura lungă a prismei este mai lungă decât latura scurtă a ei. De aici decurge că, în general, două greutăţi legate între ele cu un şnur se echilibrează reciproc pe planuri înclinate dacă greutăţile lor sunt proporţionale cu lungimile acestor plane.

În cazul particular când planul scurt este perpendicular, atunci obţinem o cunoscută lege a mecanicii: pentru a menţine un corp pe un plan înclinat, trebuie să acţionăm în direcţia acestui plan cu o forţă care este de atâtea ori mai mică decât greutatea corpului de câte ori lungimea planului este mai mare decât înălţimea lui.

Astfel, pornind de la ideea imposibilităţii realizării unui perpetuum mobile, s-a făcut o descoperire importantă în domeniul mecanicii.

## ALTE PERPETUUM MOBILE

în figura 48 vedeţi un lanţ greu trecut astfel peste roţi, încât în orice poziţie jumătatea lui din dreapta să fie mai lungă decât cea din stânga. Prin urmare, îşi zicea inventatorul această parte a lanţului fiind mereu mai grea va cădea mereu şi va pune în mişcare întregul mecanism. Avea el oare dreptate?

Desigur că nu. Am văzut ceva mai sus că un lanţ greu poate fi echilibrat de unul mai uşor dacă asupra lor forţele acţionează sub unghiuri diferite. În mecanismul despre care vorbim, lanţul cade vertical în stânga, pe când în partea dreaptă are o poziţie înclinată; de aceea, deşi partea din dreapta este mai grea, ea totuşi nu antrenează după sine partea mai uşoară a lanţului.

Pare-se că soluţia cea mai inteligentă a adoptat-o inventatorul care şi-a prezentat un perpetuum mobile în deceniul al şaselea al secolului trecut la expoziţia din Paris. Motorul era constituit dintr-o roată mare în care se rostogoleau nişte bile. Inventatorul afirma că nimeni nu poate opri mişcarea roţii. Vizitatorii au încercat s-o oprească, dar ea îşi reîncepea rotirea imediat ce ridicau mâna de pe ea. Nimănui nu i-a venit în minte că roata se mişca tocmai datorită eforturilor pe care vizitatorii ■ le depuneau pentru a o opri; îm- pingând-o înapoi, ei întorceau arcul unui mecanism ascuns cu multă abilitate...

## PERPETUUM MOBILE DIN TIMPUL LUI PETRU I

S-a păstrat corespondenţa pe care a purtat-o, între anii 1715 şi 1722, Petru I cu privire la achiziţionarea din Germania a unui perpetuum mobile inventat de un oarecare doctor Orffyreus. Inventatorul care datorită „roţii“ sale „automotoare” devenise cunoscut în întreaga Germanie, se învoise să-i vândă ţarului această maşină, cerându-i pe Va o sumă

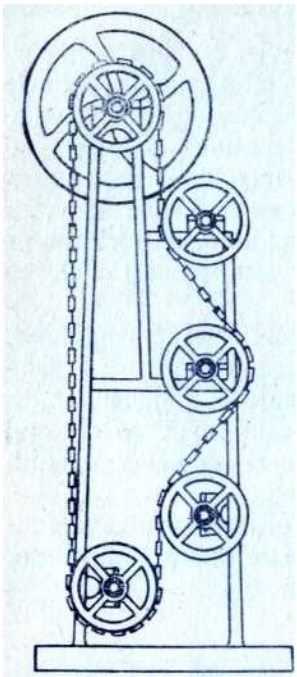


Figura 48 — Este oare aceasta un „perpetuum mobile"?

imensă de bani. Savantul bibliotecar Schuhmacher, trimis de Petru în Occident pentru achiziţionarea obiectelor rare, i-a comunicat lui Petru I următoarele:

„Ultimul cuvânt al inventatorului a fost: veţi pune de o parte 100 000 de efimoci1, iar de partea cealaltă vă voi aşeza maşina”.

După spusele bibliotecarului, inventatorul spunea despre maşina sa: „Ea este sigură şi nimeni nu poate afirma contrarul decât cel mult din răutate, iar lumea întreagă este plină de oameni răi, în care este imposibil să te încrezi”.

În ianuarie 1725, Petru intenţiona să plece în Germania pentru a examina personal acest perpetuum mobile despre care se vorbea atât de mult, dar moartea ţarului a împiedicat realizarea acestei intenţii.

Cine era acest misterios doctor Orffyreus şi ce reprezenta oare această „maşină minunată”? Am reuşit să culeg informaţii care au dat răspuns la ambele întrebări.

Adevăratul nume al lui Orffyreus a fost Bessler. El s-a născut în Germania în 1680, a studiat teologia, medicina, pictura şi, în sfârşit, s-a ocupat de construirea unui perpeiuum mobile. Din miile de inventatori, Orffyreus este cel mai cunoscut şi pare-se cel mai norocos. Până la sfârşitul zilelor sale (a murit în 1745) el a trăit în belşug, din veniturile pe care le primea arătându-şi maşina.

În figura 49, luată dintr-o carte veche, este reprezentată maşina lui Orffyreus, aşa cum se prezenta ea în 1714. Vedeţi aici o roată mare, care, pe lângă faptul că se rotea de la sine, mai şi ridica o greutate destul de mare la o înălţime considerabilă.

Vestea despre minunata invenţie, pe care doctorul savant o prezenta la început numai la bâlciuri, s-a răspândit repede prin întreaga Germanie şi în curând Orffyreus

şi-a găsit protectori influenţi. El a trezit interesul regelui Poloniei, apoi al landgrafului din Hessen-Cassel. Acesta din urmă şi-a pus castelul la dispoziţia inventatorului şi a supus maşina la tot felul de încercări.

Astfel, la 12 noiembrie 1717, motorul instalat într-o cameră retrasă a fost pus în funcţiune; apoi camera a fost încuiată, sigilată şi lăsată sub paza vigilentă a doi grenadieri.

1 Un eţimoc (Joachimsthater) valora aproximativ o rublă.

Timp de paisprezece zile nimeni nu a îndrăznit nici măcar să se apropie de camera în care funcţiona misterioasa roată. Numai la 26 noiembrie sigiliile au fost rupte şi landgraful a intrat în cameră, urmat de suita sa. Şi ce i-a fost dat să vadă? Roata îşi continua mişcarea cu „o viteză neslăbită“... Maşina a fost oprită, examinată cu atenţie şi pusă din nou în mişcare. Timp de patruzeci de zile camera a rămas din nou sigilată; timp de patru zeci de zile uşa a fost păzită cu străşnicie de grenadieri. Şi când, la 4 ianuarie 1718, sigiliul a fost rupt, comisia de experţi a constatat că roata nu şi-a încetat mişcarea!

Landgraful nu s-a mulţumit nici cu acest rezultat: s-a făcut o a treia verificare. Motorul a fost încuiat pentru două luni încheiate. Şi totuşi, după scurgerea acestui timp el mai funcţiona încă 1 (

Plin de admiraţie, landgraful i-a eliberat inventatorului o adeverinţă în care se menţiona că perpetuum mobile efectuează 50 de turaţii pe minut şi poate ridica 16 kg la o înălţime de 1,5 m; în acelaşi timp el poate pune în mişcare foa- lele de fierărie şi un polizor. Cu această adeverinţă inventatorul şi-a început peregrinările prin Europa.

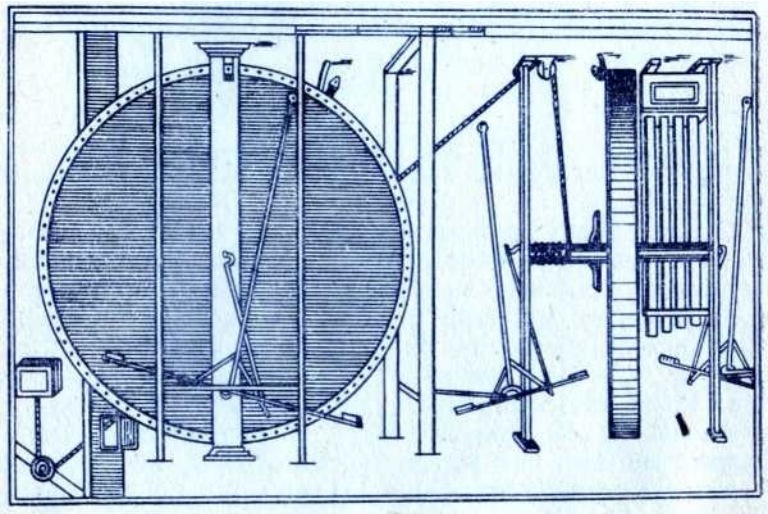


**Figura 49** — Roata automotoare a lui Orffyreus, care era pe cale să o achiziţioneze Petru I. (După un desen vechi).

Probabil că câştigul lui era mare dacă a acceptat să-şi cedeze lui Petru I maşina numai cu condiţia să i se plătească 100 000 de ruble.

Vestea acestei minunate invenţii a doctorului Orffyreus s-a răspândit cu o mare iuţeală prin Europa, depăşind cu mult graniţele Germaniei. Ea a ajuns şi până la Petru I care manifesta un interes deosebit faţă de orice fel de „curiozităţi”.

Petru I şi-a manifestat interesul faţă de roata lui Orffyreus încă în 1715, în timpul unei călătorii întreprinse în străinătate, şi încă de atunci el l-a însărcinat pe cunoscutul diplomat A. I. Osterman să examineze mai îndeaproape această invenţie; curând după aceea, Osterman i-a trimis ţarului un raport amănunţit despre motor, deşi n-a reuşit încă să-l vadă. Petru intenţiona chiar să-l invite pe Orffyreus, ca pe un inventator de seamă, în serviciul său şi a dispus să se ceară despre el informaţii de la Cristian Wolf, un cunoscut filosof din acele timpuri (dascălul lui Lomonosov).

Cunoscutul inventator primea din toate părţile oferte măgulitoare. Maimarii lumii îl copleşeau cu tot felul de favoruri; poeţii compuneau ode şi imnuri în cinstea minunatei lui roţi. Dar se găseau şi răuvoitori care-l bănuiau pe inventator de o înşelătorie abilă. Se găseau oameni îndrăzneţi care-l învinuiau deschis pe Orffyreus de escrocherie; s-a făgăduit 1 000 de mărci aceluia care va descoperi în ce constă înşelătoria. Într-unui din pamfletele scrise cu un scop demascator găsim desenul reprodus în figura 50. După părerea demascatorului, secretul acestui perpetuum mobile consta în aceea că un om ascuns cu grijă trage de un capăt al sforii înfăşurate, într-un fel care rămâne invizibil pentru vizitator, pe acea parte a axei roţii care este mascată în stelaj.

Înşelătoria abilă a fost descoperită doar întâmplător, numai datorită faptului că savantul doctor s-a certat cu soţia şi cu servitoarea sa, care-i cunoşteau secretul. Dacă această ceartă nu ar fi avut loc, atunci noi, probabil, am fi rămas şi astăzi plini de nedumerire în ceea ce priveşte acest perpetuum mobile care a făcut atâta vâlvă. S-a constatat că într-adevăr perpetuum mobile era pus în mişcare de nişte oarneni ascunşi care trăgeau pe neobservate de un şnur subţire. Aceşti oameni erau fratele şi servitoarea inventatorului.

Inventatorul demascat nu a vrut să recunoască nimic; până la moartea sa el a continuat să afirme că soţia şi servitoarea l-au pârât din răzbunare. Dar încrederea în el era deja subminată. Nu este întâmplătoare afirmaţia sa faţă de Schuh- macher, trimisul lui Petru, că oamenii sunt răuvoitori şi

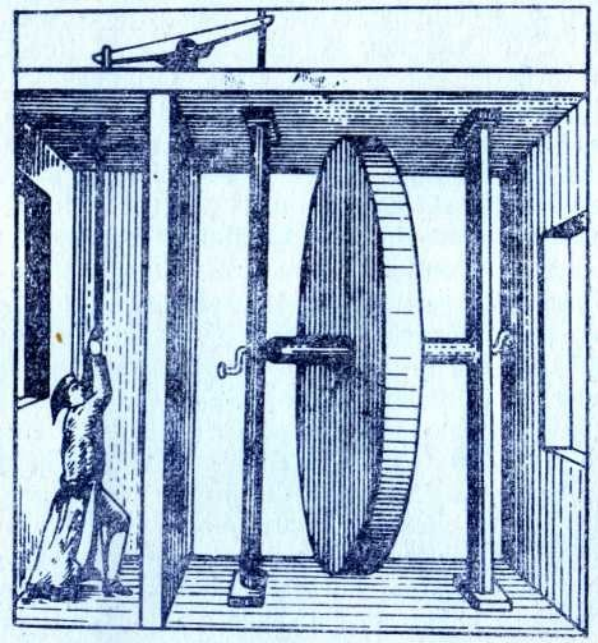


Figura 50 — Descoperirea secretului lui Orfíyreus. (După un desen vechi).

că „lumea întreagă este plină de oameni răi în care este imposibil să te încrezi“.

Pe timpul lui Petru mai era bine cunoscut în Germania în’că un perpetuum mobile, cel al unui oarecare Gertner.

Schuhmacher scria următoarele despre această maşină: „Perpetuum mobile al domnului Gertner, pe care l-am văzut la Dresda, este format dintr-o pânză peste care s-a aşternut nisip şi dintr-o maşină asemănătoare cu o piatră de polizat, care se mişcă de la sine înainte şi înapoi, dar care, după spusele domnului inventator, nu poate fi făcută de dimensiuni foarte mari“. Este neîndoielnic faptul că nici acest „motor“ nu-şi atingea scopul şi, în cel mai bun caz, era un mecanism ingenios, cu un motor real, ascuns cu multă abilitate, şi care era departe de a fi perpetuum. Schuhmacher avea deplină dreptate când îi scria lui Petru că francezii şi englezii „nu pun niciun preţ pe toate aceste perpetuum mobile şi afirmă că ele sunt contrare principiilor matematice”.

i a p i i o i u i a /

PROPRIETĂŢILE LICHIDELOR ŞI ALE GAZELOR

PROBLEMA CELOR DOUĂ CAFETIERE

Aveţi în faţa dumneavoastră (fig. 51) două cafetiere egale ca grosime, una dintre dle fiind însă mai înaltă decât cealaltă.

Probabil că mulţi dintre dumneavoastră vor spune fără să stea pe gânduri că cea mai înaltă este mai încăpătoare. Dacă însă veţi turna un lichid în ea, atunci vă veţi putea da seama că-l puteţi turna numai până la nivelul la care se găseşte deschizătura ciocului ei. Dacă apa depăşeşte acest nivel, atunci ea curge afară. Având în vedere faptul că nivelul la care se găsesc ciocurile celor două cafetiere este acelaşi, se constată că în cafetiera cea joasă se poate turna aceeaşi cantitate de lichid ca şi în cea înaltă.

Acest lucru este evident: atât în cafetieră, cât şi în ciocul ei, la fel ca în toate vasele comunicante, lichidul trebuie

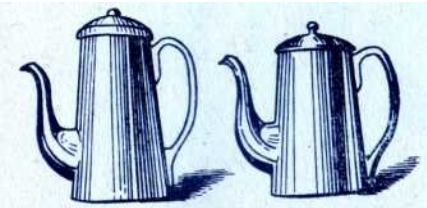


Figura 51 — În care din cele două cafetiere se poate turna mai mult lichid?

să fie la acelaşi nivel, cu toate că greutatea lichidului din cioc este mult mai mică decât cea a lichidului din corpul cafetierei. Dacă însă ciocul este insuficient de înalt, atunci în niciun caz nu puteţi umple cafetiera: apa se va vărsa. De obicei, ciocul cafetierei depăşeşte chiar buza acesteia, pentru ca vasul să poată fi înclinat puţin fără a-i vărsa conţinutul.

CEEA CE NU ŞTIAU OAMENII DIN ANTICHITATE

Până în zilele noastre, locuitorii Romei moderne folosesc rămăşiţele apeductelor construite încă în antichitate; sclavii romani construiau instalaţii de canalizare trainice.

Nu putem spune acelaşi lucru despre cunoştinţele inginerilor romani care dirijau aceste lucrări; este evident faptul

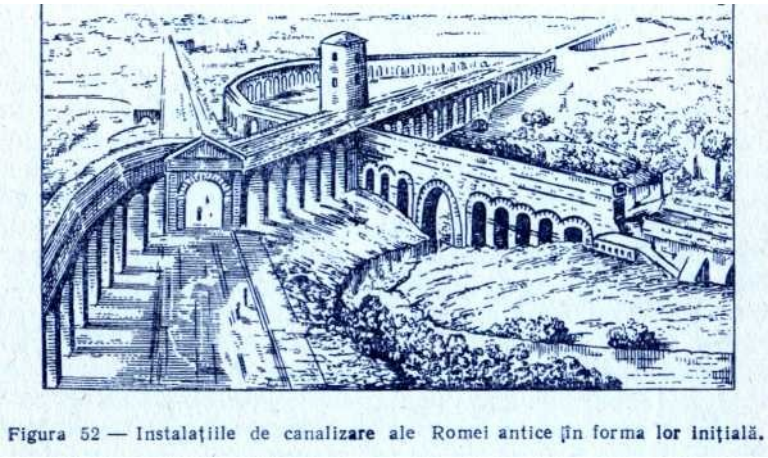


Figura 52 — Instalaţiile de canalizare ale Romei antice în forma lor iniţială.

că ei cunoşteau insuficient bazele fizicii. Priviţi figura 52, care este o reproducere de pe un tablou din Muzeul german din Mtinchen. Observaţi că ţevile nu se îngropau în pământ, ci erau plasate deasupra lui, pe nişte stâlpi de piatră înalţi.

Ştiţi pentru ce? Oare nu era mai simplu să se procedeze ca în zilele noastre? Desigur că este mai simplu, dar inginerii romani din acele timpuri aveau cunoştinţe cu totul insuficiente despre legile vaselor comunicante. Ei se temeau că în bazinele legate între ele cu ţevi foarte lungi apa se va afla la un nivel diferit. Dacă ţevile sunt instalate în pământ, linia lor urmând toate pantele terenului, atunci în unele locuri apa urmează să curgă în sus; iată de ce romanii se temeau că apa nu va voi să curgă în sus. De aceea, de obicei, ei îşi construiau apeductele astfel încât ţevile să fie uniform înclinate pe întreaga lor lungime (pentru aceasta adesea era necesar fie să se facă un ocol mare, fie să se înalţe piloni de sprijin foarte înalţi). Unul dintre apeducţele Romei, Aqua Marcia, are o lungime de 100 km, deşi distanţa directă dintre capetele lui este de două ori mai mică.

Au fost necesare cu 50 de kilometri mai multe construcţii de piatră din cauza necunoaşterii principiului elementar al fizicii.

LICHIDELE PRESEAZĂ... ÎN SUS\

%

Faptul că lichidele presează de sus în jos pe fundul vasului şi lateral pe pereţii lui este cunoscut chiar de cei care nu au studiat niciodată fizica. Dar sunt mulţi cei care nici nu bănuiesc că această presiune se exercită şi de jos în s u s. O simplă sticlă de lampă ne va ajuta să ne convingem de faptul că această presiune există cu adevărat. Decupaţi dintr-o bucată de carton gros un disc care să aibă astfel de dimensiuni încât să poată acoperi gura sticlei de lampă. Aşezaţi discul ca în figura 53 şi cufundaţi sticla de lampă în apă. Ca să nu cadă, discul poate fi suspendat în centru de un fir de aţă sau pur şi simplu apăsat cu degetul. După ce aţi cufundat sticla până la o anumită adâncime, veţi observa că discul se ţine bine şi singur fără a mai fi presat cu degetul sau susţinut cu ajutorul aţei: el se sprijină pe apa care-l presează de jos în sus.

Puteţi chiar măsura mărimea acestei presiuni. Turnaţi încetişor apă în sticlă; îndată ce nivelul ei în interiorul sticlei se va apropia de nivelul din vas, discul va cădea.

Prin urmare, presiunea exercitată de apă asupra discului de jos în sus este echilibrată de presiunea exercitată asupra lui de o coloană de apă, a cărei înălţime este egală cu adâncimea la care este plasat discul sub apă.

Aceasta este legea presiunii exercitate de un lichid asupra oricărui corp cufundat.

De altfel, aceasta este şi explicaţia faptului că în lichide corpurile pierd din greutatea lor, consemnat în cunoscuta lege a lui Arhi- mede.

Având la îndemână câteva sticle de lampă de forme diferite, dar cu deschideri egale, puteţi verifica încă o lege care priveşte tot lichidele, şi anume presiunea exercitată de lichid pe fundul vasului depinde numai de suprafaţa fundului şi de înălţimea nivelului şi nu depinde de loc de forma vasului. Verificarea va consta în

aceea că veţi efectua experienţa descrisă mai sus cu sticle diferite, cufundându-le pe toate la aceeaşi adâncime (pentru aceasta va trebui să lipim în prealabil de fiecare sticlă, – la aceeaşi înălţime, câte un semn de hârtie). Veţi observa că de fiecare dată discul va cădea la acelaşi nivel al apei în sticlă (fig. 54).

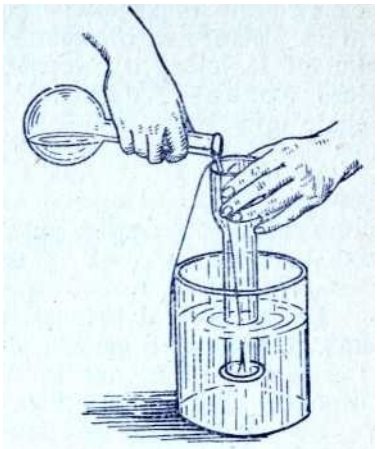


Figura 53 — Un procedeu simplu care ne demonstrează că lichidul presează de jos în sus.

Figura 54 — Presiunea lichidului pe fundul vasului depinde numai de suprafaţa fundului şi de înălţimea nivelului lichidului. Pe desen se arată cum se poate verifica această regulă.

Prin urmare, presiunea coloanelor de apă cu forme diferite este egală dacă sunt egale bazele şi înălţimile lor. Observaţi că aici este importantă tocmai înălţimea şi nu lungimea, pentru că o coloană înclinată lungă presează fundul la fel ca o coloană mai scurtă verticală, care are însă aceeaşi înălţime (suprafeţele bazelor fiind şi ele egale între ele).

CE ESTE MAI GREU?

/

Pe un taler al balanţei este aşezată o găleată plină cu apă, pe celălalt o găleată identică plină şi ea până la margini, dar în care pluteşte o bucată de lemn (fig. 55). Care din găleţi va cântări mai mult?

Eu am încercat să pun această întrebare mai multor persoane şi am primit răspunsuri contradictorii. Unii răs- . Pundeau că este mai grea găleata în care pluteşte o bucată de lemn, pentru că „în afară de apă, în găleată se mai află şi lemnul11. Alţii, dimpotrivă, spuneau că mai grea este prima găleată, „pentru că apa este mai grea decât lemnul11.

Dar ambele răspunsuri sunt greşite: ambele găleţi au aceeaşi greutate. Este drept că în cea de-a doua este apă mai puţină decât în prima, pentru că bucata de lemn care pluteşte dislocă o parte din volumul ei. Dar, conform legii plutirii, orice corp care pluteşte dislocă cu partea cufundată în apă tot atât lichid (ca greutate), cât cântăreşte întregul corp respectiv. Iată de ce balanţa trebuie să rămână în echilibru.

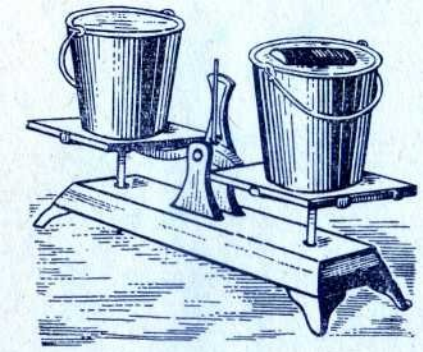


Figura 55 — Ambele găleți sînt identice și umplute pînă la margine cu apă; într-una din ele plutește o bucată de lemn. Care este mai grea?

Rezolvaţi acum o altă problemă. Aşezăm pe talerul balanţei un pahar cu apă şi alături de pahar o greutate mică. După ce stabilim echilibrul balanţei, aşezând pe celălalt taler greutăţi, aruncăm greutatea cea mică în paharul cu apă. Ce se va întâmpla cu balanţa?

Conform legii lui Arhimede, în apă greutatea devine mai uşoară decât era înainte. S-ar părea că este de aşteptat ca talerul să salte în sus. În realitate însă echilibrul nu a fost tulburat. Cum se explică acest fapt?

Greutatea a dislocat în pahar o parte din apă, care s-a ridicat astfel peste nivelul iniţial; de aceea creşte presiunea exercitată pe fundul vasului, astfel încât asupra fundului se apasă cu o forţă suplimentară egală cu pierderea de greutate de către greutatea aruncată în apă.

FORMA NATURALĂ A LICHIDULUI

Ne-am obişnuit să credem că lichidele nu au nicio formă proprie. Această părere nu este justă. Forma naturală a unui oarecare lichid este o sferă. De obicei, forţa de gravitaţie împiedică lichidul să ia această formă şi lichidul fie că se împrăştie sub formă de strat subţire, dacă este vărsat liber, fie că ia forma vasului, dacă este turnat în acesta. Aflându-se în interiorul unui alt lichid cu aceeaşi greutate specifică,

conform legii lui Arhimede, lichidul îşi „pierde1* greutatea: parcă nu mai are greutate, forţa de gravitaţie nu acţionează asupra lui şi atunci lichidul ia forma sa firească, sferică.

Untdelemnul pluteşte în apă, dar se cufundă în spirt. De aceea se poate prepara un astfel de amestec din apă şi spirt în care untdelemnul nici nu cade la fund şi nici nu se ridică la suprafaţă. Introducând puţin ulei într-un astfel de amestec vedem un fenomen curios: uleiul se strânge într-o picătură mare rotundă, care nici nu se ridică la suprafaţă şi nici nu cade la fund, ci stă suspendată imobil1 (fig. 56).

1 Pentru ca sfera să nu apară deformată, este necesar ca experienţa să fie efectuată într-un vas cu pereţii plani (sau într-un vas de orice formă, dar aşezat în interiorul unui vas cu pereţii umpluţi cu apă).

Experienţa trebuie făcută cu răbdare şi cu grijă, pentru că, în cazul contrar, în locul unei picături mari obţinem câteva picături mai mici. Dar chiar şi aşa, experienţa este destul de interesantă.

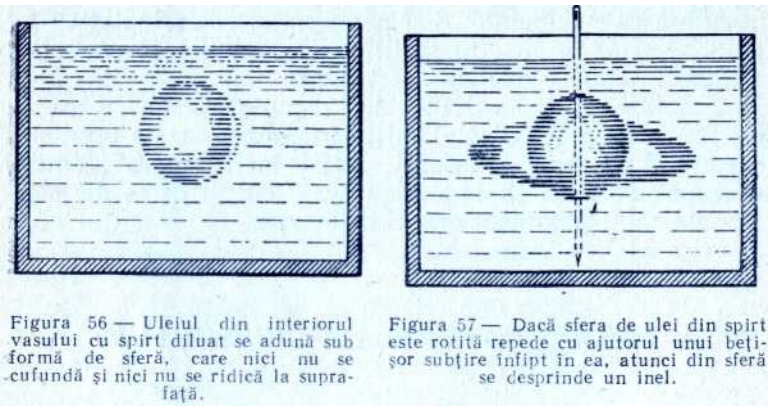


Figura 56 — Uleiul din interiorul vasului cu spirt diluat se adună sub formă de sferă, care nici nu se cufundă şi nici nu se ridică la suprafaţă.

Figura 57 — Dacă sfera de ulei din spirt este rotită repede cu ajutorul unui beţişor subţire înfipt în ea, atunci din sferă se desprinde un inel.

Dar aceasta încă nu este totul. Străpungem sfera de ulei, spre centru, cu un beţişor lung de lemn sau cu o bucată de sârmă şi rotim beţişorul între degete. Sfera de ulei participă la această rotaţie (experienţa este mai reuşită dacă aşezăm pe un ax un mic cerculeţ de carton impregnat cu ulei, care să rămână în întregime în interiorul sferei). Sub influenţa mişcării de rotaţie, sfera începe întâi să se turtească, iar apoi, după câteva secunde, din ea se desprinde un inel (fig. 57). Rupându-se, acest inel nu formează nişte fragmente diforme, ci noi picături de formă sferică ce continuă să se rotească lângă sfera centrală.

Această experienţă inţeresantă şi instructivă a fost făcută pentru prima dată de fizicianul belgian Plateau. Aici experienţa este descrisă în forma ei clasică. Este mult mai uşor şi tot atât de convingător dacă o efectuăm altfel. Un pahar mic se clăteşte cu apă, se umple cu untdelemn şi se aşază^pe fundul unui pahar mare; în acesta din urmă se toarnă-încetişor şi cu grijă atât spirt încât păhărelul să fie cufundat în el în întregime. Apoi pe peretele paharului mare se lasă să. Se prelingă din linguriţă puţină apă. Suprafaţa apei din păhărel devine convexă; această convexitate creşte treptat şi dacă cantitatea de apă adăugată este suficientă, atunci se ridică din pahar formând o sferă de dimensiuni destul de- mari, care se află în suspensie în interiorul amestecului de spirt şi apă (fig. 58).

Neavâ’nd la îndemână spirt, aceeaşi experienţă se poate face cu ajutorul ani- linei, un lichid care la temperatura obişnuită este mai greu decât apa, iar la 75—

85°C este mai uşor decât aceasta. Prin urmare, încălzind apa putem sili anilina t să plutească în interiorul ei, luând forma unei picături sferice mari. La temperatura camerei picătura de anilină se echilibrează într-o soluţie de sare1..

DE CE ALICELE SINT ROTUNDE?

Am vorbit despre faptul că orice lichid eliberat de acţiunea forţei de gravitaţie îşi ia forma sa firească, sferică. Dacă vă amintiţi cele spuse mai înainte referitor la imponderabilitatea unui corp în cădere şi veţi ţine seama de faptul că la începutul căderii se poate neglija rezistenţa neînsemnată a aerului2, atunci vă veţi da seama că lichidul care cade trebuie să capete forma de sferă. Şi, într-adevăr, picăturile de ploaie în cădere au formă de sfere. Alicele nu sunt altceva

1 Dintre celelalte lichide este comod ortotoluidinul, un lichid de culoare roşie închis; la 24° C el are aceeaşi densitate ca şi apa sărată, în care se şi cufundă ortotoluidinul.

2 Picăturile de ploaie coboară accelerat numai la începutul căderii lor; încă în aproximativ cea de-a doua jumătate a primei secunde decădere se stabileşte mişcarea uniformă: greutatea picăturii este echilibrată de forţa de rezistentă a aerului, care creşte o dată cu mărirea vitezei picăturii.

Figura 58 — Simplificarea experienţei lui Plateau.

decât nişte picături răcite de plumb topit, care, în condiţiile de producţie industrială, sunt lăsate să cadă în picături de îa’o înălţime mare în apă; acolo ele se solidifică sub forma unor sfere perfect regulate.

Alicele astfel turnate se numesc „de turn”, pentru că la turnarea lor ele sunt silite să cadă din vârful unui turn înalt „de turnare a alicelor” (fig. 59). Turnurile fabricii producătoare de alice sunt construite din metal şi ating o înălţime de 45 m; în partea lor superioară se află încăperea turnătoriei cu cpzanele topitoriei, iar jos un rezervor cu apă. Alicele urmează a fi sortate şi finisate după turnare. Picătura de plumb topit se solidifică încă în timpul căderii; rezervorul este necesar numai pentru a amortiza căderea alicelor, preîntâmpinând astfel deformarea lor (alicele cu un diametru de peste 6 mm, aşa-numitele mitralii, se fabrică altfel: se taie bucăţele de sâr- mă, care apoi se rotunjesc.)

CUPA „FĂRĂ FUND”

Umpleţi cu apă o cupă. Ea este plină. Lângă cupă aveţi nişte ace cu gămălie. Poate că s-ar mai găsi puţin loc în cupă pentru două-trei ace? încercaţi.

Aruncaţi în cupă acele unul câte unul şi număraţi-le. Cufundaţi în apă acele cu multă grijă: întâi vârful, apoi lăsaţi acul să lunece uşor din mână fără şoc sau presiune pentru a nu împroşca apa. La fund au căzut unul, două, trei ace, fără ca nivelul apei să se schimbe. Zece, douăzeci, treizeci de ace... Lichidul nu se varsă. Cincizeci, şaizeci, şapte

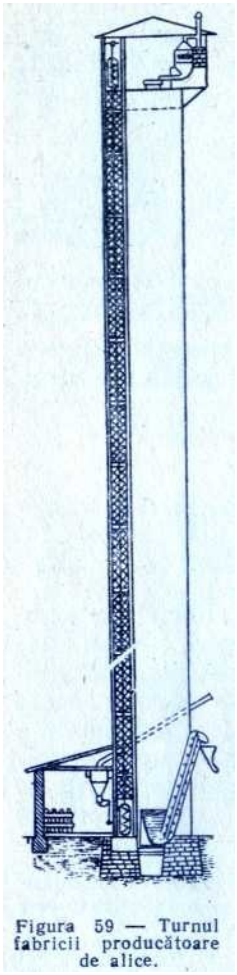


Figura 59 — Turnul fabricii producătoare de alice.

zeci... O sută de ace zac la fund şi apa încă nu se varsă (fig. 60).

Apa nu numai că nu s-a vărsat, dar nici nu s-a ridicat peste buza cupei. Continuaţi să cufundaţi ace. Aţi introdus o sută, a doua, a treia, a patra şi totuşi nicio picătură de apă nu s-a revărsat peste margini; acum însă se observă că suprafaţa apei s-a umflat, s-a înălţat întrucâtva deasupra marginilor cupei. Tocmai în aceasta rezidă secretul acestui fenomen curios.' Apa umezeşte numai puţin sticla dacă aceasta este acoperită cu cât de puţină grăsime. Marginile paharului, ca de altfel toate vasele pe care le folosim, se acoperă inevitabil cu puţină grăsime lăsată de degetele noastre ce le ating. Neumezind marginile, apa dislocată din pahar de ace se ridică, formând o uşoară convexitate. Ochiul nostru percepe cu greutate această umflătură, dar dacă vă osteniţi să calculaţi volumul unui ac şi-l veţi compara cu

volumul acelei convexităţi care s-a înălţat puţin peste marginile paharului, vă veţi convinge de faptul că primul este de sute de ori mai mic decât cel de-al doilea, şi de aceea într-o cupă „plină“ se mai poate găsi loc pentru câteva sute de ace. Cu cât este mai larg vasul, cu atât mai multe ace poate cuprinde el, pentru că cu atât mai mare este volumul con- vexităţii.

Pentru ca lucrurile să fie cât mai clare, să facem un mic calcul. Lungimea acului este de circa 25 mm, iar grosimea lui de aproximativ o jumătate de milimetru. Nu este greu de calculat volumul unui astfel de cilindru, folosind cunoscuta formulă geometrică el este egal cu 5 milimetri cubi. Împreună cu gămălia, volumul acului nu depăşeşte 5,5 milimetri cubi.

Să calculăm acum volumul stratului de apă care se înalţă deasupra marginilor cupei. Diametrul cupei este de 9 cm = 90 mm.

Suprafaţa unui astfel de cerc este de aproximativ 6400 mm2. Considerând că grosimea umflăturii este numai de 1 mm, pentru volumul ei găsim 6 400 mm3; aceasta depăşeşte de 1 200 de ori volumul acului. Cu alte cuvinte o cupă „plină” cu

Figura 60 — O experienţă interesantă cu ace cufundate într-o cupă cuapă.

apă mai poate cuprinde peste o mie de ace. Şi, într-adevăr, cuâundând acele cu grijă, putem introduce o mie întreagă, astfel încât ele ocupă parcă întregul vas, depăşind chiar marginile lui, fără ca apa să se verse câtuşi de puţin.

O PROPRIETATE INTERESANTĂ A PETROLULUI

i

Cei care au avut de-a face cu lămpi cu petrol cunosc, desigur, surprizele neplăcute datorate unei anumite particularităţi a petrolului. Umpleţi rezervorul, îl ştergeţi pe dinafară bine, iar peste o oră îl găsiţi din nou umed.

Aceasta se datoreşte faptului că nu aţi înşurubat suficient de bine arzătorul, şi petrolul, căutând să se întindă pe sticlă, s-a scurs pe suprafaţa exterioară a rezervorului. Dacă doriţi să evitaţi astfel de „surprize”, trebuie să înşurubaţi cât mai bine arzătorul1.

Umoristul englez Jerome nu a exagerat prea mult când, în povestirea sa Trei într-o barcă, spunea următoarele despre petrol:

„Nimic nu se prelinge mai uşor ca petrolul lampant. Îl ţineam în botul bărcii şi de acolo se prelingea în jos către cârmă, îmbibând întreaga barcă şi tot ce întâlnea în cale; îşi făcea drum înspre fluviu, satura peisajul şi vicia atmosfera. Uneori ne gâdila nările o adiere de vânt dinspre apus încărcată de mirosul petrolului; alteori una asemănătoare dinspre răsărit, dinspre miazănoapte sau miazăzi; dar de oriunde venea, fie că venea dinspre zăpezile arctice, fie că se ridica din nesfârşitele nisipuri ale deşertului, purta aceeaşi mireasmă de petrol lampant.

Petrolul făcea ce făcea şi strica până şi frumuseţea apusurilor de soare; cât despre clarul de lună, hotărât lucru, acesta duhnea a petrol.

1 Dar, înşurubând bine arzătorul, nu uitaţi să aveţi grijă ca rezervorul să nu fie umplut până la margini; încălzindu-se, petrolul se dilată destul de mult (volumul lui creşte cu aproximativ o zecime când temperatura creşte cu 100°C), şi pentru ca rezervorul să nu explodeze este necesar să lăsăm loc pentru dilatare.

Am încercat să ne descotorosim de el la Marlow. Am lăsat barca lângă pod şi am dat o raită prin oraş, doar-doar ne-a pierde urma, dar degeaba – nu ne-a slăbit un pas.

Tot oraşul duhnea a petrol".

(în realitate, doar hainele călătorilor erau impregnate cu el.)

Proprietatea petrolului de a umezi suprafaţa exterioară a rezervoarelor a dat ocazia să se formeze părerea greşită că petrolul poate pătrunde prin metale şi sticlă.

O MONEDA CARE NU CADE LA FUND

Nu există numai în poveste, dar şi în realitate. Vă veţi convinge de acest fapt făcând câteva experienţe uşor de efectuat. Începem cu obiecte mai mici, cu ace de exemplu. S-ar părea că este imposibil să forţăm un ac de oţel să plutească pe suprafaţa apei şi totuşi acest lucru; nu este atât de greu de realizat.

Aşezaţi pe suprafaţa apei o foiţă de ţigară, iar peste ea un ac perfect uscat. Acum trebuie doar să scoatem foiţa de ţigară de sub ac.

Acest lucru se face în felul următor: înarmându-ne cu un alt ac, marginile hârtiei se cufundă puţin în apă, apropiindu-ne treptat spre mijloc; când foiţa se va uda complet, va cădea la fund, iar acul va continua să plutească (fig. 61). Cu ajutorul unui magnet apropiat de pereţii paharului la nivelul apei, putem chiar dirija mişcarea acestui ac plutitor.

Având o oarecare experienţă, ne putem lipsi de foiţa de ţigară: prinzând cu degetele acul de mij-

Figura 61 — Acul care plutește pe apă. Sus este reprezentat acul în secțiune (grosimea 2 mm) și forma exactă a adînciturii din apă (mărit de 2 ori). Jos este arătată modalitatea de a face acul să plutească pe apă cu ajutorul unei foițe de țigară.

loc, lăsaţi-l să cadă în poziţie orizontală, de la o înălţime mică, pe suprafaţa apei.

În locul acului putem face să plutească un ac cu gămălie (ambele cu o grosime de cel mult 2 mm), un nasture uşor, mici obiecte metalice plane. După ce aţi căpătat o oarecare abilitate, încercaţi să faceţi să plutească o monedă.

Cauza plutirii acestor obiecte metalice constă în aceea că apa umezeşte doar metalul pe care l-am ţinut în mână, acoperit astfel cu un strat subţire de grăsime de pe piele. De aceea la suprafaţa apei, în jurul acului plutitor, se formează o adâncitură vizibilă chiar cu ochiul liber. Pelicula superficială de lichid, căutând să se destindă, exercită asupra acului o presiune de jos în sus, susţinându-l astfel la suprafaţă. Acul mai este susţinut şi de forţa de împingere a lichidului, conform legii de plutire: acul este împins de jos în sus cu o forţă egală cu greutatea apei dislocate de el.

Plutirea acului se obţine cel mai uşor dacă-l ungem cu ulei; un astfel de ac poate fi aşezat direct pe suprafaţa apei, fără să cadă la fund.

APĂ ÎN CIUR

Se constată că apa poate fi transportată cu ciurul nu numai în poveste, ci şi în realitate. Cunoaşterea fizicii ne va^ajuta să realizăm un astfel de lucru considerat cu totul imposibil. Pentru aceasta trebuie să luăm o sită de sârmă, cu un diametru de aproximativ 15 centimetri şi cu ochiuri nu prea mici (de circa 1 mm). Cufundăm această sită în parafină topită. Scoatem sita din parafină şi constatăm că sârma este acoperită cu un strat subţire, aproape invizibil, de parafină.

Sita a rămas tot sită; ea este ciuruită şi prin ochiurile ei trece liber un ac, dar acum puteţi duce, în adevăratul sens,

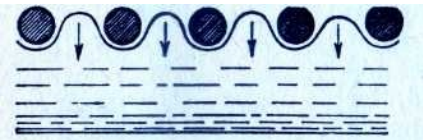


Figura 62 — De ce apa nu se varsă din sita acoperită cu parafină?

apă în ciur. Într-o astfel de sită puteţi lua destul de multă apă fără ca vreo picătură să se scurgă prin ochiurile ei; trebuie doar să turnaţi apa cu grijă şi să feriţi sita de şocuri.

Dar de ce nu se varsă apa? Pentru că ea nu udă parafina şi formează în ochiurile sitei pelicule subţiri îndreptate cu convexitatea lor în jos, susţinând astfel masa apei (fig. 62).

O astfel de sită acoperită cu parafină poate fi aşezată pe apă fără a se cufunda. Prin urmare, nu numai că putem duce apă cu ciurul, dar mai şi putem pluti în el 1

Această experienţă paradoxală explică un şir de fenomene cu care ne-am obişnuit atât de mult, încât nu le mai băgăm în seamă. Smolirea butoaielor şi a bărcilor, ungerea cu grăsime a dopurilor şi a bucşelor, vopsirea cu vopsele de ulei şi, în general, acoperirea cu substanţe uleioase a tuturor obiectelor pe care vrem să le facem impermeabile, precum şi cauciucarea ţesăturilor nu este altceva decât confecţionarea de site într-un mod asemănător celui de mai sus. Şi acolo şi aici esenţa este una şi aceeaşi, numai că la sită ea apare sub un aspect neobişnuit.

SPUMA ÎN SLUJBA TEHNICII

Experienţa plutirii acului de oţel şi a monezii de cupru pe apă se aseamănă cu fenomenul folosit în industria minieră şi metalurgică pentru „îmbogăţirea” minereurilor, adică pentru a mări în ele conţinutul părţilor componente valoroase. Tehnica cunoaşte multe metode de îmbogăţire a minereurilor; metoda pe care o avem în vedere acum şi care se numeşte flotaţie este cea mai eficace; ea se foloseşte cu succes chiar în cazurile când toate celelalte nu-şi ating scopul.

Esenţa flotaţiei (adică a plutirii la suprafaţă) constă în următoarele. Minereul bine frământat se cufundă într-un vas cu apă şi substanţe uleioase, care au capacitatea de a acoperi particulele de mineral util cu pelicule foarte subţiri ce nu pot fi udate cu apă. Amestecul este energic amestecat cu aerul, formând o mulţime de bule mici: spumă. Particulele de mineral util acoperite cu o peliculă subţire de ulei, venind în contact cu învelişul bulei de aer, se lipesc ue acesta, agăţându-se de bulă, cu care se ridică împreună la suprafaţă, aşa cum în atmosferă un balon cu aer ridică o gondolă (fig. 63). Particulele de rocă neutilă, nefiind acoperite cu substanţe uleioase, rămân în lichid. Trebuie să menţionăm faptul că bula de aer este mult mai \ mare decât particula de mineral util, astfel încât forţa ei de plutire este suficient de mare pentru a antrena spre suprafaţă bucăţica de corp solid. Ca rezultat, aproape toate particulele de metal util se găsesc în spuma care acoperă. Lichidul. Această spumă se culege şi se trece apoi la prelucrare pentru obţinerea aşa- numitului „concentrat”, care este de zeci de ori mai bogat în mineral util decât minereul extras iniţial.

Tehnica flotaţiei a fost elaborată atât de bine, încât prin alegerea cuvenită a lichidelor din amestec se poate separa fiecare mineral util de roca inutilă, oricare i-a fost compoziţia iniţială.

Ideea flotaţiei nu a avut la baza ei teoria, ci observaţia atentă a unui fapt întâmplător. La sfârşitul secolului trecut, o profesoară americană (Carry Ewerson), spălând nişte saci pătaţi cu ulei în care se păstra înainte minereu de cupru, a observat că particulele de minereu se ridică la suprafaţă o dată cu spuma de săpun. Acest fapt a servit drept punct de plecare pentru dezvoltarea metodei flotaţiei.

UN PERPETUUM MOBILE IMAGINAR

Câteodată în cărţi se descrie drept perpetuum mobile real un dispozitiv (fig. 64) cu următoarea construcţie: uleiul (sau apa) turnate într-un vas sunt ridicate cu ajutorul unor

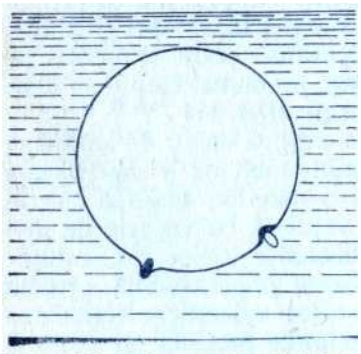


Figura 63 — Cum are loc flotaţia?

fitiluri întâi într-un alt vas aşezat mai sus, iar de acolo, cu ajutorul altor fitiluri, mai sus; vasul superior are un jgheab pentru scurgerea uleiului ce cade pe paletele unei roţi pe care

O pune în mişcare. Uleiul care a curs jos se ridică din nou, cu ajutorul fitilurilor, până la vasul de sus. Astfel, şuviţa de ulei ce se scurge prin jgheab pe paletele roţii nu se întrerupe nicio clipă şi roata trebuie să se afle într-o mişcare eternă...

Dacă autorii care descriu această morişcă s-ar fi ostenit s-o şi construiască, atunci ei s-ar fi convins nu numai că roata nu se învârteşte, dar că nicio picătură de lichid nu poate ajunge măcar în vasul de sus 1

De altfel ne putem da seama de acest lucru chiar fără a construi morişca. Într-adevăr, de ce-şi închipuie inventatorul

^ că uleiul trebuie să curgă.

De pe partea de sus, răsucită a fitilului? Tensiunea capilară, învingând forţa de gravitaţie, a ridicat lichidul în sus de-a lungul fitilului; dar aceeaşi cauză va reţine lichidul în porii fitilului ud, fără a-i permite să picure. Dacă admitem că, în urma acţiunii forţelor capilare, în vasul de sus al moriştii imaginare poate nimeri lichid, atunci trebuie să recunoaştem că aceleaşi fitiluri care chipurile l-au transportat aici l-ar fi trans-

1 portat şi înapoi în vasul de jos.

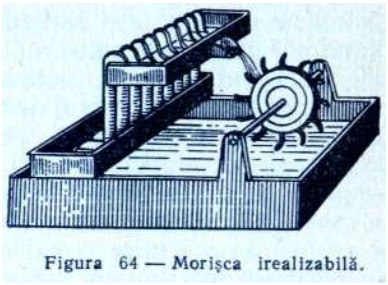


Figura 64 — Morişca irealizabilă.

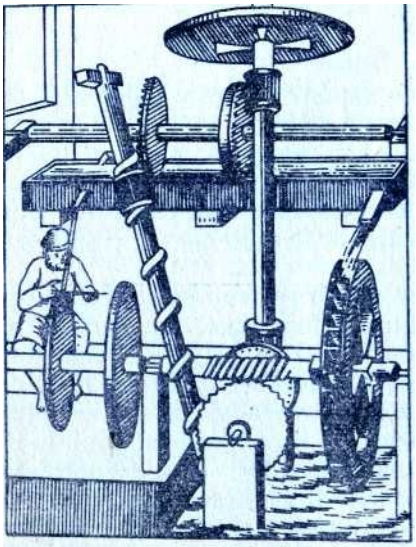


Figura 65 — Un proiect vechi de „perpetuum mobile" hidraulic pentru piatra de polizor.

Acest perpetuum mobile ne aminteşte o altă maşină hidraulică cu acţiune perpetuă, inventată în 1575 de mecanicul italian Stradius Major. Reprezentăm aici acest proiect nostim (fig. 65). Şurubul lui Arhimede, rotindu-se, ridică apa în rezervorul superior, de unde ea se scurge printr-un jgheab, căzând pe paletele unei roţi hidraulice (dreapta jos). Roata hidraulică învârteşte polizorul şi totodată, cu ajutorul unui sistem de roţi dinţate, acţionează şurubul lui Arhimede, care ridică apa în rezervorul de sus. Şurubul pune în funcţiune roata, iar roata şurubul!... Dacă ar fi fost posibile astfel de mecanisme, atunci ele ar fi putut fi construite mult mai simplu: s-ar putea trece o frânghie peste un bloc, legându-se la capetele ei două greutăţi identice; când una din greutăţi ar coborî, ea ar ridica cea de-a doua greutate, iar aceasta, căzând de la înălţime, ar ridica-o pe prima. Acesta n-ar fi şi el un perpetuum mobile?

BALOANE DE SĂPUN

Ştiţi să faceţi baloane de săpun? Nu este chiar atât de simplu pe cât se pare. Şi mie mi se părea că pentru aceasta nu este necesară nicio abilitate deosebită, până nu m-am convins din experienţă că obţinerea unor baloane mari şi frumoase este şi ea

un fel de artă care cere exerciţiu. Dar ce rost are să ne ocupăm de astfel de fleacuri cum ar fi suflarea unor baloane de săpun?

Prin cămine ele se bucură de un renume prost; cel puţin în discuţii le pomenim pentru a face unele comparaţii nu tocmai măgulitoare. Cu totul altfel le priveşte fizicianul. „Suflaţi un balon de săpun, scria marele savant englez Kelvin, şi priviţi-l: vă puteţi consacra întreaga viaţă studierii lui fără_ a epuiza lecţiile de fizică ce decurg din studiul lui.“

Într-adevăr, jocul minunat de culori de pe suprafaţa peliculelor subţiri ce le acoperă îi permite fizicianului să măsoare lungimea undelor luminoase, iar studiul forţei de întindere a acestor pelicule fine permite să se studieze legile acţiunii forţelor ce există între particule, acele forţe de coezi- une în lipsa cărora în lume nu ar exista nimic afară de o pulbere fină.

Cele câteva experienţe care sunt descrise mai jos nu urmăresc ţeluri atât de serioase. Este vorba doar de o distracţie interesantă, care ne va face cunoştinţă cu arta de a face baloane de săpun. Fizicianul englez Ch. Boys, în cartea sa Baloane de săpun, a descris un şir de experienţe cu ele. Pe cei pe care îi interesează astfel de experienţe îi sfătuim să apeleze la cartea menţionată. Aici vom descrie doar câteva experienţe simple.

Ele pot fi făcute cu ajutorul unei soluţii de săpun simplu de rufe \ dar pentru cei care doresc vom indica săpunul pur de ulei de măsline sau migdale, cel mai indicat pentru obţinerea unor baloane de săpun mari şi frumoase. Se dizolvă o bucată de astfel de săpun în apă rece curată până la obţinerea unei soluţii destul de dense. Mai potrivit este să se folosească apa curată de ploaie sau de zăpadă, iar în lipsa acesteia apa fiartă şi răcită. Pentru ca baloanele să reziste mai multă vreme, Plateau indică folosirea a 1/3 glicerină (ca volum), care se amestecă cu soluţia de săpun. Se îndepărtează cu lingura de pe suprafaţa soluţiei spuma şi bulele, iar apoi se cufundă în această soluţie un tub subţire de argilă, al cărui capăt a fost în prealabil dat cu săpun atât în interior, cât şi în afară. Rezultatele bune se obţin şi cu ajutorul firelor de pai cu lungimea de circa 10 cm, crestate la capăt în formă de cruce.

Baloanele se suflă astfel: cufundând tubul în soluţie şi ţinându-l în poziţie verticală, astfel încât la capătul lui să se formeze o peliculă de lichid, se suflă încet în el. Deoarece balonul se umple astfel cu aerul cald din plămânii noştri, care este mai uşor decât aerul înconjurător din cameră, el se înalţă imediat.

Dacă reuşiţi dintr-o dată să faceţi un balon cu un diametru de 10 cm, atunci soluţia este gata; în caz contrar, trebuie să mai adăugaţi săpun până când reuşiţi să suflaţi baloane cu dimensiunea indicată. Dar această verificare este încă insuficientă. Suflând balonul, muiaţi degetul în soluţia de săpun şi căutaţi să străpungeţi balonul; dacă el nu plesneşte, atunci puteţi trece la efectuarea experienţelor; dacă însă el va plesni, atunci mai trebuie adăugat săpun.

1 Săpunul de toaletă poate fi folosit cu mai puţină eficacitate.

Experienţele trebuie făcute încet, cu grijă, liniştit. Lumina trebuie să fie cât mai vie, pentru că, în caz contrar, baloanele nu vor apărea în toată splendoarea culorilor lor.

Iată câteva exerciţii distractive cu baloanele de săpun.

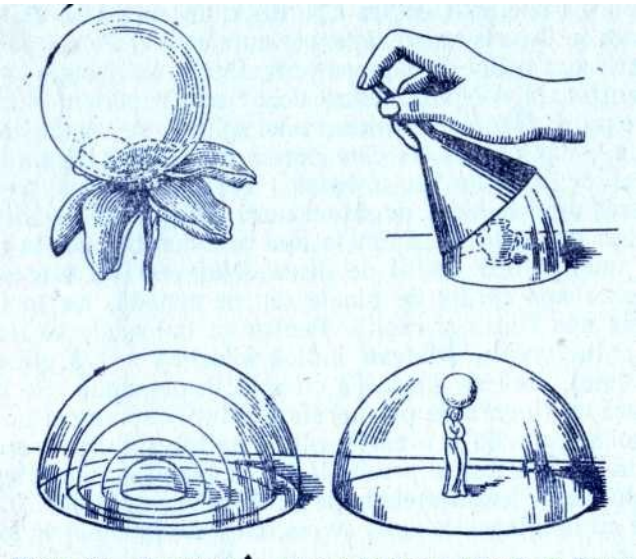


Figura 66 — Experienţe cu baloane de săpun: balonul pe floare; balonul în jurul unei vaze; cîteva baloane concentrice; balonul pe statueta din interiorul unui alt balon.

Balonul de săpun în jurul unei flori. Se toarnă pe o farfurie sau într-o tavă atâta soluţie de săpun încât fundul farfuriei să fie acoperit cu un strat de 2—3 mm. La mijloc se aşază o floare sau o vază care se acoperă cu o pâlnie de sticlă. Apoi, ridicând încet pâlnia, se suflă în tubul ei îngust şi se formează un balon de săpun; când acest balon atinge dimensiuni suficiente, atunci se înclină pâlnia aşa cum se arată în figura 66, eliberând astfel balonul. Floarea de pe farfurie este acum aşezată sub o boltă transparentă emisferică, formată din peliculă de săpun care străluceşte în toate culorile curcubeului.

În locul florii putem aşeza o statuetă, căreia îi putem încununa capul cu un balonaş de săpun (fig. 66). Pentru aceasta trebuie să picurăm pe capul statuetei puţină soluţie, iar apoi, când balonul mare este gata, îl străpungem pentru a sufla un balon mic pe capul statuetei.

Câteva baloane unul lângă altul (fig. 66). Cu ajutorul pâlniei folosite şi în experienţa descrisă mai sus, se suflă un balon mare. Apoi se cufundă în soluţie un pai, astfel încât numai capătul lui care urmează a fi luat în gură să rămână uscat şi se împinge uşor paiul prin peretele primului balon până la centru; se trage apoi încet paiul înapoi fără a se ajunge însă până la margine şi se suflă cel de-al doilea balon cuprins în primul, în acesta balonul al treilea ş.a.m.d.

Cilindrul de săpun (fig. 67) se obţine între două inele de sârmă. Pentru aceasta, pe inelul de jos se lasă un balon sferic obişnuit, apoi pe balon se lasă cel de al doilea inel umezit şi se ridică apoi astfel încât să întindă balonul nostru, făcându-l cilindric. Este interesant faptul că, dacă ridicaţi inelul superior la o înălţime mai mare decât

lungimea circumferinţei inelului, atunci o jumătate de cilindru se îngustează, iar cealaltă se lăţeşte şi apoi se împarte în două baloane.

Pelicula balonului de săpun se află tot timpul sub acţiunea i unei forţe de întindere şi exercită presiune asupra aerului închis în el; îndreptând pâlnia spre focul unei lumânări, ne putem convinge de faptul că rezistenţa acestor pelicule extrem de subţiri nu este chiar a- tât de mică; flacăra se va înclina vizibil într-o parte (fig. 68).

Figura 67 — Cum se obţine un balon de săpun în formă de cilindru.

Figura 68 — Aerul este împins de pereţii balonului de săpun.

Este interesant să urmărim un balon atunci când nimereşte dintr-o încăpere caldă într-una rece: el se micşorează vizibil ca volum; dimpotrivă, creşte nimerind dintr-o cameră rece într-una caldă. Cauza este, desigur, compresiunea şi dilatarea aerului închis în interiorul balonului. Dacă, de exemplu, în ger (la —15°C) volumul balonului este de 1 000 cm3 şi apoi îl mutăm într-o cameră unde temperatura aerului este de + 15°C, atunci el trebuie să crească cu aproximativ:

$$1\,000 \times 30 \times \frac{1}{273} \approx 110 \text{ cm}^3.$$

Trebuie să mai menţionăm că baloanele de săpun nu sunt chiar atât de fragile cum se crede: dacă ştim să le mânuim le putem păstra chiar timp de zeci de zile. Fizicianul englez Dewar (care este cunoscut prin lucrările sale în domeniul rarefierii aerului) păstra baloanele de săpun în sticle speciale, bine ferite de praf, de uscăciune şi de mişcarea aerului; în aceste condiţii el a reuşit să păstreze unele baloane o lună şi chiar mai mult timp. Lawrence, în America, a reuşit să păstreze baloane de săpun sub clopote de sticlă timp de ani de zile.

►

CE-I MAI SUBŢIRE DECIT ORICE?

Probabil sunt puţini cei care ştiu că pelicula balonului de săpun este unul dintre obiectele cele mai subţiri vizibile cu ochiul liber. Obiectele de comparaţie obişnuită care servesc în limbajul nostru pentru a exprima subţirimea unor lucruri sunt foarte mari în comparaţie cu pelicula balonului de săpun. „Subţire ca un fir de păr“, „subţire ca foiţa de ţigară“ prezintă o grosime uriaşă faţă de grosimea peretelui balonului de săpun, care este de 5 000 de ori mai subţire decât firul de păr şi decâifoiţa de ţigară.

Firul de păr omenesc mărit de 200 de ori are o grosime de aproape 1 cm, iar pelicula balonului de săpun în secţiune nu este vizibilă cu ochiul liber nici dacă este mărită de 200 de ori. Trebuie s-o mărim de încă 200 de ori pentru a putea observa secţiunea peliculei ca pe o linie subţire; dacă am mări firul de păr tot de ajtâtea ori (4 000!), atunci am obţine o grosime de peste 2 m. În figura 69 sunt date aceste relaţii.

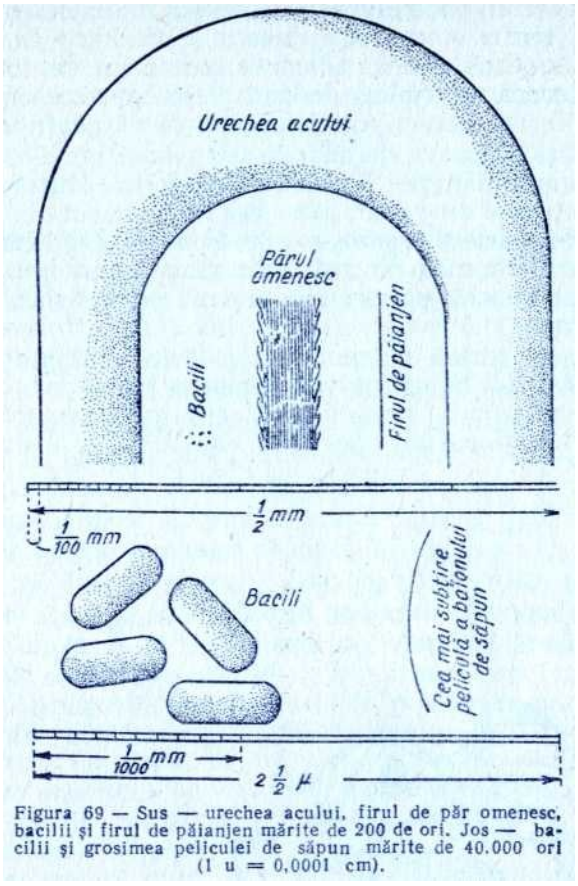


Figura 69 — Sus — urechea acului, firul de păr omenesc, bacilii şi firul de păianjen mărite de 200 de ori. Jos — bacilii şi grosimea peliculei de săpun mărite de 40.000 ori (1 u = 0,0001 cm).

A IEŞIT USCAT DIN APĂ

Aşezaţi o monedă pe o farfurie mare plană, turnaţi atâta apă încât să acopere moneda şi propuneţi-le musafirilor s-o scoată cu mâna fără a-şi uda degetele.

Această problemă, aparent de nerezolvat, se rezolvă destul de simplu cu ajutorul unui pahar şi al unei bucăţi de hârtie aprinsă. Aprindeţi o bucată de hârtie, introduceţi-o în pahar şi aşezaţi paharul repede cu fundul în sus în apropierea monezii. Hârtia se va stinge, paharul se va umple cu un fum alb, iar apoi sub el se va aduna de la sine apa din toată farfuria. Moneda va rămâne, desigur, pe loc şi, după un minut, când ea se va usca, o puteţi lua fără să vă udaţi degetele.

Ce forţă a făcut ca apa să intre sub pahar, ţinând-o ridicată la o anumită înălţime? Presiunea atmosferică. Hârtia aprinsă a încălzit aerul din pahar, presiunea lui a crescut din această cauză şi o parte din gaz s-a scurs în afară. Când hârtia s-a stins, aerul s-a răcit din nou; prin răcire presiunea a scăzut şi sub pahar a pătruns apa împinsă de presiunea aerului înconjurător.

În locul hârtiei putem folosi chibrituri înfipte într-un cerculeţ de dop, după cum este arătat în figura 70.

Adesea auzim şi chiar citim explicaţia greşită a acestei experienţe vechi h Astfel se spune că „arde oxigenul” şi de aceea scade cantitatea de gaz de sub pahar. Această explicaţie este complet greşită. Cauza principală constă numai în încălzirea

aerului şi nu în consumul parţial al oxigenului de către hârtia aprinsă. Aceasta rezultă în primul rând din faptul că ne putem lipsi de hârtia aprinsă, încălzind doar paharul (clătindu-l cu apă clocotită). În al doilea rând, dacă în loc de hârtie luăm o bucată de vată muiată în spirt, care arde mai mult timp şi încălzeşte mai puternic aerul, atunci apa se ridică aproape până la jumătatea paharului; şi, totuşi, se ştie că oxigenul formează doar 1/5 parte din întregul volum de

1 Prima ei descriere şi explicaţie justă o găsim la Philon din Bizanţ, fizicianul din antichitate, care a trăit prin secolul I î.e.n.

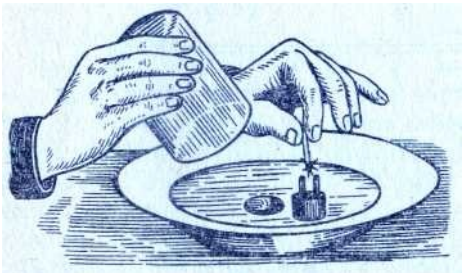


Figura 70 — Cum putem aduna întreaga apă sub paharul răsturnat cu gura în jos pe o farfurie.

aer. În sfârşit, trebuie să avem în vedere faptul că în locul oxigenului „ars“ se formează bioxidul de carbon şi vapori de apă. Este drept că primul se dizolvă în apă, dar vaporii rămân, ocupând în parte locul oxigenului.

CUM BEM?

Oare trebuie să ne punem şi această întrebare? Desigur. Noi ducem la gură paharul sau lingura cu lichidul şi „sorbim” conţinutul. Tocmai această „sorbire” simplă a lichidului, cu care ne-am obişnuit atât, trebuie explicată. De ce lichidul curge în gură? Ce-l atrage? Cauza este următoarea: atunci când bem, lărgim cavitatea toracică, rarefiind astfel aerul din gură; sub presiunea aerului exterior lichidul pătrunde în spaţiul în care presiunea este mai scăzută şi astfel pătrunde în gura noastră.

Aici are loc acelaşi fenomen ca şi în vasele comunicante când deasupra unuia dintre ele este rarefiat aerul: în acest vas nivelul lichidului se urcă sub acţiunea presiunii atmosferice. Dimpotrivă, dacă luăm în gură gâtul unei sticle, nu reuşim cu niciun fel de eforturi „să sorbim” din ea apă, pentru că atât în gură, cât şi deasupra apei presiunea este aceeaşi.

Astfel, strict vorbind, noi nu bem numai cu gura, dar şi cu plămânii; numai dilatarea plămânului este cauza care permite pătrunderea apei în gura noastră.

PÂLNIA PERFECŢIONATĂ

Cel care a turnat vreodată un lichid în sticlă cu ajutorul unei pâlnii ştie că trebuie să ridice din când în când pâlnia, pentru că altfel lichidul nu mai curge. Aerul din sticlă care nu are pe unde să iasă reţine în pâlnie lichidul. Este drept că o pşrte din lichid curge câte puţin, astfel încât aerul din sticlă se comprimă puţin sub acţiunea lichidului. Dar aerul comprimat într-un volum mai mic are o elasticitate mai mare, suficientă pentru a echilibra cu presiunea sa greutatea lichidului din pâlnie. Este

uşor de înţeles că, ridicând pâlnia, permitem ca aerul comprimat să iasă şi lichidul începe atunci să curgă din nou.

De aceea este foarte practică o astfel de construcţie a pâlniei încât partea ei îngustă să aibă nişte creste exterioare care să împiedice ca suprafaţa pâlniei să vină în contact total cu gâtul sticlei.

O TONĂ DE LEMN ŞI O TONĂ DE FIER

Este bine cunoscută întrebarea care se pune în glumă: ce este mai greu —o tonă de lemn sau o tonă de» fier? De obicei, răspunsul necugetat urmează imediat, provocând rî- sete vesele: se afirmă că o tonă de fier este mai grea decât una de lemn.

Probabil că se va râde cu o poftă şi mai mare dacă se va răspunde că o tonă de lemn este mai grea decât una de fier. O astfel de afirmaţie apare cu totul absurdă şi totuşi, strict vorbind, ea este justă!

Este vorba de faptul că legea lui Arhimede nu e valabilă numai pentru lichide, ci şi pentru gaze. În aer, fiecare corp „pierde" din greutatea sa atât cât cântăreşte volumul de aer dislocat de corpul respectiv.

Desigur că şi lemnul şi fierul pierd în aer o parte din greutatea lor. Pentru a obţine greutatea lor reală trebuie adăugată această pierdere. Prin urmare, în cazul nostru greutatea reală a lemnului este egală cu o tonă + greutatea aerului ce ar fi cuprins în volumul ocupat de ele, iar greutatea reală a fierului este egală cu 1 tonă + greutatea fierului cuprins într-un volum egal cu' volumul fierului.

Dar o tonă de lemn ocupă un volum mult mai-mare decât o tonă de fier (de vreo 15 ori), de aceea greutatea reală a unei tone de lemn este mai mare decât greutatea reală a unei tone de fier! Mai exact vorbind, noi ar fi trebuit să spunem:

greutatea reală a acelei cantităţi de lemn care în aer cântâreşte o tonă este mai mare decât greutatea reală a acelei cantităţi de fier care cântăreşte în aer de asemenea o tonă.

Deoarece tona de fier ocupă un volum de 1/8 m3, iar o tonă de lemn circa 2 m3, diferenţa în greutate a aerului dislocat de ele trebuie să fie de aproximativ 2,5 kg. Iată cu cât este de fapt mai grea o tonă de lemn decât una de fier!

OMUL CARE ŞI-A PIERDUT GREUTATEA

Visul de a deveni uşori ca un fulg sau chiar mai uşori decât aerul \ pentru ca, eliberaţi de povara greutăţii noastre, să ne putem înălţa liber deasupra pământului la cele mai mari înălţimi, ne ispiteşte încă din copilărie. Dar, visând la această plutire uşoară în spaţiu, uităm de obicei faptul că omul se poate mişca liber pe Pământ numai pentru că este mai greu decât aerul.

De fapt „noi trăim pe fundul oceanului aerian", după cum a afirmat Torricelli, şi dacă dintr-o cauză oarecare am deveni dintr-o dată de o mie de ori mai uşori, mai uşori deci decât aerul, atunci ar trebui în mod inevitabil să ne ridicăm la suprafaţa acestui ocean aerian. Cu noi s-ar întâmpla ceea ce s-a petrecut cu husarul lui

Puşkin: „Băui sticluţa toată şi ca un fulg mă înălţai”. Noi ne-am înălţa până când am a- junge în acele regiuni unde densitatea aerului rarefiat este egală cu densitatea corpului nostru. Visul de a pluti liber deasupra munţilor şi văilor s-ar risipi ca un fum, pentru că, eliberându-ne de povara greutăţii noastre, am deveni prizonierii unei alte forţe, şi anume ai curenţilor atmosferici.

Scriitorul Wells a ales o astfel de situaţie neobişnuită drept subiect al uneia dintre povestirile lui ştiinţifico-fan- tastice.

w

1 Contrar concepţiei obişnuite, fulgul nu numai că nu este mai uşor decât aerul, dar este chiar de sute de ori mai greu decât acesta. El pluteşte în aer numai pentru că suprafaţa sa este foarte mare, astfel încât rezistenţa pe care o opune aerul mişcării lui este mare în comparaţie cu greutatea fulgului.

Un om prea gras dorea să scape cu orice preţ de grăsimea lui. Iar povestitoruldeţinea, pasămite, o reţetă miraculoasă care putea diminua greutatea oamenilor graşi. Grăsunul a obţinut reţeta, a luat medicamentul şi iată ce surpriză l-a aşteptat pe povestitor atunci când i-a făcut o vizită cunoscutului său:

„... Dar timp îndelungat uşa nu s-a deschis.

În cele din urmă s-a în- vârtit cheia şi s-a auzit vocea lui Pyecraft.

— Intră!

Am apăsat pe clanţă şi am deschis uşa. Fireşte, mă aşteptam să-l văd pe domnul Pyecraft.

Aflaţi că nu era acolo.

Niciodată în viaţa mea nu am mai fost atât de surprins. Camera era într-o dezordine de neînchipuit, farfurii şi vase printre cărţi şi obiecte de scris, câteva scaune răsturnate, iar Pyecraft...

— Hai, prietene, închide uşa, spuse el, şi atunci l-am descoperit.

Era tocmai sus, lângă cornişă în colţ, aproape de uşă, de parcă l-ar fi lipit cineva de plafon. Pe faţă i se citeau îngrijorarea şi furia. Gâfâia şi gesticula.

— Închide uşa, repetă el.

Am închis uşa, am mai făcut câţiva paşi, dar m-am oprit departe de el, cu privirile aţintite în sus.

— Dacă se rupe ceva şi cazi? l-am întrebat. O să-ţi frângi gâtul, Pyecraft!

— Tare aş dori să se întâmple una ca asta, horcăi el.

— Un om de vârsta şi greutatea dumitale să ajungă să se dedea la exerciţii copilăreşti de gimnastică!

Figura 71 — Hai, prietene, închide uşa, spuse Pyecraft.

— Nu vorbi aşa! mă mustră, aruncându-mi o privire chinuită. Blestemata dumitale de străbunică…

— Ia seama! l-am prevenit.

— Las’ că am să-ţi povestesc eu! exclamă el şi gesticulă.

— Cum naiba te ţii agăţată acolo sus? m-am mirat.

Apoi deodată mi-am dat seama că nu se ţine de nimic, că plutea acolo sus exact aşa cum ar fi plutit o băşică umplută cu gaz. Începu să se lupte, să se smulgă de lângă plafon şi să se târască de-a lungul peretelui până la mine.

— Iată efectul reţetei! gâfâi el. Străbunica dumi…

— Nu se poate! am strigat.

Pe când vorbea, se prinse cam neatent de o gravură înrămată, care nu rezistă, şi-l văzui zburând deodată din nou spre plafon, în timp ce tabloul căzu pe sofa şi se sparse în bucăţi. Se opri cu o izbitură în plafon şi de abia atunci înţelesei de ce se albise peste tot pe părţile mai proeminente ale persoanei sale. Încercă din nou mai grijuliu, să coboare, ţinându-se de policioara căminului.

Era într-adevăr un spectacol dintre cele mai extraordinare să-l vezi pe omul acela uriaş, gras, cu figura apoplectică, încercând să coboare cu capul în jos din plafon pe podea.

— Reţeta aceea, spuse el, a reuşit prea bine.

— Cum?

— Am pierdut greutatea… aproape în întregime. Atunci, bineînţeles, am priceput.

— Pentru dumnezeu, Pyecraft! am exclamat. Ceea ce-ţi trebuia dumitale era un remediu împotriva grăsimii. Dar totdeauna o numeai greutate. Insistai s-o. Numeşti greutate...

Într-un fel eram deosebit de încântat. Atunci Pyecraft mi-a plăcut într-adevăr. „

— Lasă-mă să te ajut! i-am spus şi, apucându-l de mână, l-am tras jos. Dădea din picioare încoace şi încolo, încercând să se prindă de ceva. Era ca şi cum aş fi ţinut un steag într-o zi cu vânt.

— Masa aceea, spuse el arătând cu mâna, este de mahon masiv şi foarte grea. Dacă mă poţi băga sub ea...

I-am îndeplinit dorinţa. În timp ce el se bălăbănea sub masă ca un balon captiv, eu stăteam pe covorul din faţa căminului şi-i vorbeam...

— Un lucru este evident că nu trebuie să-l faci, i-am spus.. Dacă o să ieşi afară din casă, te vei înălţa din ce în ce mai sus...

I-am sugerat să se adapteze noilor sale condiţii. Astfel am ajuns la partea cu adevărat practică a chestiunii. L-am asigurat că nu poate fi greu să înveţe a merge încoace şi încolo pe plafon în mâini.

— Nu pot dormi, mi-a spus el.

I-am arătat că problema aceasta nu-i prea dificilă. Putem fixa pe plafon o somieră metalică, de care să legăm apoi cu nişte benzi o pătură, cearceaf şi o cuvertură care se încheie cu nasturi într-o parte.

I s-a adus în cameră o scară de bibliotecă şi toate mesele i se serveau sus, pe bibliotecă. De asemenea am descoperit un mijloc ingenios cu ajutorul căruia putea să coboare pe podea ori de câte ori dorea. A fost pur şi simplu pusă în raftul de sus Enciclopedia britanică (ediţia a zecea). El n-avea decât să scoată câteva volume, să le ţină în mână şi începea să coboare.

Mi-am petrecut două zile întregi în apartamentul său. Sunt un om îndemânatic, care ştie să se servească de şurubelniţă, şi i-am făcut tot felul de adaptări ingenioase: am întins o sârmă, pentru ca soneria să-i vină la îndemână, am întors toate lămpile electrice astfel încât să lumineze în sus şi aşa mai departe.

Şedeam în camera lui lângă foc, bându-i whisky-ul, iar el sus, în colţul preferat, lângă cornişă, fixa de tavan cu ţinte un covor pluşat. Deodată îmi veni o idee.

— Dumnezeule, Pyecraft! am strigat. Dar toate astea sunt cu desăvârşire inutile I

Şi înainte de a putea calcula toate consecinţele ideii mele, am lăsat să-mi scape secretul.

— Lenjeria de plumb 1 i-am spus şi răul era făcut.

Pyecraft a primit proiectul meu aproape în lacrimi.

— Să fiu din nou pe picioare, normal!... exclamă el.

I-am destăinuit întreg secretul înainte de a-mi da seama unde mă va duce.

— Cumpără plumb în foi, l-am sfătuit. Ştanţează-l în formă de discuri. Coase câte poţi peste tot, pe lenjerie. Pro- cură-ţi ghete cu talpă de plumb, poartă o servietă plină cu plumb masiv şi gata! În loc să fii aici un prizonier, poţi ieşi din nou afară, Pyecraft, poţi călători…

O idee şi mai fericită îmi trecu prin minte.

— Şi nu va trebui să te temi niciodată de un naufragiu. Tot ce ai de făcut este să-ţi dezbraci repede o parte din haine, să iei în mână cantitatea necesară de bagaje şi să pluteşti în aer…“

La prima privire, toate acestea apar ca nişte fenomene ce concordă întru totul cu legile fizicii. Dar unele dintre amănuntele povestirii nu pot fi acceptate fără obiecţii. Obiecţia cea mai serioasă este următoarea: chiar dacă grăsunul şi-ar fi pierdut greutatea, el totuşi nu s-ar fi înălţat spre tavan!

Într-adevăr, conform legii lui Arhimede, Pyecraft ar fi trebuit „să se înalţe” spre tavan în cazul când greutatea îmbrăcăminţii lui, cu întregul conţinut al buzunarelor, ar fi fost mai mică decât greutatea aerului dislocat de corpul lui voluminos. Nu este greu să calculăm greutatea aerului cuprins într-un volum egal cu volumul unui corp omenesc, dar să nu uităm că greutatea corpului nostru este aproape egală cu greutatea aceluiaşi volum de apă. Noi cântărim în medie 60 de kilograme, apa cu acelaşi volum aproximativ tot atât, iar aerul cu densitatea obişnuită este de aproximativ 770de ori mai uşor decât apa; prin urmare, într-un volum egal cu volumul corpului nostru aerul cântăreşte80 g. Oricât de gras ar fi fost mister Pyecraft, nu credem să fi cântărit peste 100 kg şi, prin urmare, nu putea disloca peste 130 g. Oare hainele, încălţămintea, ceasul, portofelul şi toate celelalte obiecte ce le purta Pyecraft nu cântăreau peste 130 g? Desigur că ele cân- tăreau mai mult. Prin urmare, grăsunul âr fi trebuit să rămână pe podea, ce-i drept într-o poziţie nu tocmai stabilă, dar totuşi fără să se înalţe spre tavan „asemenea unui balon”. Numai complet dezbrăcat, Pyecraft s-ar fi putut înălţa spre tavan. Fiind însă îmbrăcat, el ar fi trebuit să fie asemenea unei mingi legate de un elastic; cel mai mic efort muscular, cea mai mică săritură l-ar fi ridicat mult deasupra Pământului, de unde el, în zilele fără vânt, ar fi coborât iarăşi lin pe suprafaţa Pământului.

CEASUL PERPETUU

Am examinat deja în această carte câteva modele de per petuum mobile imaginare şi am ajuns la concluzia imposibilităţii realizării lor. Vom vorbi acum despre un motor care poate funcţiona un timp nedeterminat fără să-i purtăm de grijă, pentru că el se alimentează cu energia necesară din rezervele inepuizabile existente în mediul înconjurător.

Desigur că aţi văzut cu toţii un barometru cu mercur sau metalic. În barometrul cu mercur, coloana cu mercur când se înalţă, când scade, în funcţie de variaţiile presiunii atmosferice; în cel metalic, din aceeaşi cauză, acul indicator oscilează mereu. În secolul al XVIII-lea un inventator a folosit aceste mişcări ale barometrului pentru a întoarce acul unui mecanism de ceasornic, construind astfel un ceas care

mergea neîntrerupt, fără a mai fi nevoie să fie întors. Cunoscutul mecanic şi astronom englez Fergus- son a văzut această invenţie interesantă, despre care a spus (în 1774) următoarele: „Am examinat ceasul descris mai sus, care este pus în mişcare continuă de variaţiile nivelului mercurului dintr-un barometru cu construcţie originală; nu am niciun motiv să cred că se va opri vreodată, pentru că forţa motoare acumulată în el ar fi suficientă pentru a-l face să meargă încă un an întreg chiar după înlăturarea totală a barometrului. Trebuie să spun cu toată sinceritatea că, aşa cum arată cunoaşterea amănunţită a acestui ceas, el reprezintă mecanismul cel mai ingenios văzut vreodată de mine, atât ca idee, cât şi ca execuţie”.

Din păcate, acest ceas nu s-a păstrat până în vremurile noastre. El a fost furat şi nu se ştie unde se află. Au rămas însă schiţele construcţiei lui, făcute de susmenţionatul astronom, aşa încât există o posibilitate de reconstruire.

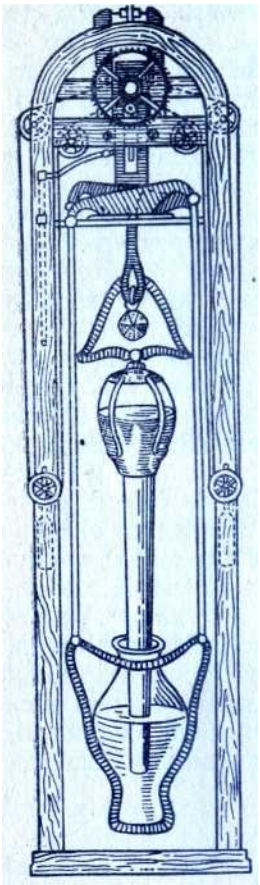


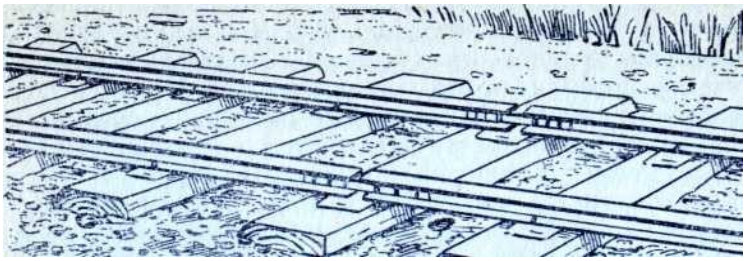
Figura 72 — Construcţia motorului „perpetuum“ din secolul al XVIII-lea.

În componenţa mecanismului acestuţ ceas intră un barometru cu mercur de dimensiuni mari. Într-o urnă de sticlă suspendată într-un cadru şi într-un balon mare răsturnat cu gura în jos, deasupra ei, se găseau aproximativ 150kgde mercur. Ambele vase erau mobile unul faţă de celălalt; cu ajutorul unui sistem ingenios de pârghii se făcea ca, la o creştere a presiunii atmosferice, balonul să coboare, iar urna să urce, iar la o descreştere a presiunii să se producă mişcarea inversă. Ambele mişcări fac să se rotească, totdeauna în aceeaşi parte, o mică roată dinţată.

Roata este imobilă numai când presiunea atmosferică rămâne constantă, dar în timpul pauzelor mecanismul ceasului continuă să funcţioneze, datorită energiei acumulate anterior prin căderea greutăţilor. Nu este uşor să se realizeze ca greutăţile să se ridice simultan şi să pună în funcţiune mecanismul prin căderea lor. Dar ceasornicarii din vechime aveau un spirit destul de inventiv pentru a rezolva această problemă. S-a constatat chiar că energia de oscilaţie a presiunii atmosferice depăşeşte considerabil nevoile, adică greutăţile se ridicau mai repede decât coborau; de aceea a fost necesară construirea unui dispozitiv special pentru deconectarea periodică a greutăţilor atunci când ele atingeau punctul superior.

Este uşor de observat deosebirea dintre acest ceas şi celelalte motoare „perpetue" asemănătoare faţă de perpetuum mobile. În motoarele perpetue energia nu se creează din nimic, cum visau inventatorii pentru perpetuum mobile al lor; ea este luată din afară, în cazul nostru din atmosfera înconjurătoare, unde este acumulată de razele solare. Motoarele „perpetue" practice ar fi fost tot atât de utile ca şi nişte perpetuum mobile reale dacă construcţia lor nu ar fi fost prea scumpă în comparaţie cu energia pe care ar fi dat-o (după cum se şi întâmplă în majoritatea cazurilor).

Ceva mai departe vom face cunoştinţă cu alte tipuri de motoare „perpet'ue" şi vom arăta printr-un exemplu de ce folosirea industrială a unor asemenea mecanisme este, de regulă, cu totul dezavantajoasă.



C a p i t. O i u 1 6

FENOMENE TERMICE

CÂND ESTE MAI LUNGĂ CALEA FERATĂ MOSCOVA- LENINGRAD VARA SAU IARNA?

La întrebarea: Ce lungime are calea ferată Moscova-Lenin- grad? cineva a răspuns:

în medie 640 km; vara cu 300 m mai mult decât iarna.

Acest răspuns neaşteptat nu este atât de stupid cât s-ar părea la prima vedere. Dacă, vorbind despre lungimea căii ferate, ne referim la lungimea totală a şinelor, atunci ea trebuie cu adevărat să fie vara mai lungă decât iarna. Să nu uităm că la căldură şinele se dilată, lungindu-se cu pestel/100 000 din lungimea lor la ocreştere a temperaturii cu 1° C. În zilele toride de vară, temperatura şinei poate atinge 30—40°C şi chiar mai mult; uneori şina este atât de puternic încălzită de soare, încât frige mâna. În timpul gerurilor de iarnă şinele se răcesc până la —25° C şi mai jos. Dacă considerăm că diferenţa dintre temperatura de vară şi cea de iarnă este de 55° C, atunci înmulţind lungimea totală a căii ferate de 640 km cu 0,00001 şi cu 55, obţinem aproximativ 1/3 km. Deci, într-adevăr, vara lungimea şinelor căii ferate

care leagă Moscova de Leningrad este cu o treime de kilometru, adică cu aproximativ 300 m mai mare decât iarna.

Desigur că nu este vorba depre o schimbare a lungimii căii ferate, ci numai a sumei lungimilor tuturor şinelor. Aceste două lucruri nu sunt identice, deoarece şinele căii ferate nu sunt puse cap la cap, ci între ele sunt lăsate spatii de rezervă pentru dilatarea lor liberă atunci când sunt încălzite de

Figura 73 — Curbarea şinelor de tramvai ca rezultat al încălzirii lor puternice.

*■

Soare1. Calculul nostru arată că suma lungimii tuturor şinelor creşte pe seama lungimii totale a acestor spatii de rezervă; în zilele calde de vară, alungirea totală atinge 300 m în com-

1 La 0°C, pentru şinele cu lungimea de 8 m, acest spaţiu de siguranţă trebuie să fie de 8 mm. Pentru umplerea completă a unui astfel de spaţiu este necesară o încălzire a şinelor până la 65°C. La construirea şinelor de tramvai nu se pot lăsa, din motive tehnice, astfel de spaţii. De obicei aceasta nu duce ia curbarea şinelor, pentru că, ele fiind îngropate în pământ, variaţiile de temperatură nu sunt atât de mari; pe lângă aceasta, însăşi metoda folosită pentru legarea între ele a şinelor împiedică curbarea lor laterală. Totuşi, dacă temperatura este foarte ridicată, atunci şinele de tramvai se curbează după cum arată figura 73 desenată după o fotografie.

Acelaşi lucru se întâmplă uneori şi cu şinele de cale ferată. Astfel în pante, vagoanele trenului trag după ele în timpul mişcării lor şinele (uneori chiar împreună cu traversele); ca rezultat, în aceste sectoare spaţiile de rezervă dintre şine dispar adesea şi capetele şinelor se alătură.

Paraţie cu lungimea totală a şinelor în timpul gerului. Astfel, partea de f i e r a căii ferate Moscova-Leningrad este Într-adevăr mai lungă vara cu 300 m.

UN FURT NEPEDEPSIT

În fiecare iarnă, pe linia Leningrad-Moşcova dispar fără urmă câteva sute de metri de cablu telefonic şi telegrafic preţios, fără ca cineva să se sesizeze, deşi vinovatul este bine cunoscut.

Desigur că-l cunoaşteţi şi dumneavoastră: hoţul este gerul. Cele spuse despre şine sunt pe deplin valabile şi pentru cabluri, cu singura deosebire că firul telefonic realizat din cupru se lungeşte prin încălzire de 1,5 ori mai mult decât oţelul. Aici însă nu mai există niciun fel de spaţii de rezervă, de aceea putem afirma fără niciun fel de rezerve că linia telefonică Leningrad-Moscova este iarna cu vreo 500 de metri mai scurtă decât vara. În fiecare iarnă gerul fură, nepedepsit, aproape o jumătate de kilometru de cablu, fără a perturba însă în vreun ■ fel funcţionarea telefonului sau a telegrafului şi înapoind cu regularitate cele furate o dată cu sosirea zilelor mai călduroase.

Dar dacă asemenea compresiuni suferă podurile şi nu cablurile, atunci consecinţele se fac uneori puternic simţite. Iată ce comunicau în 1927 ’ziarele despre un asemenea caz:

„Gerurile neobişnuite pentru Franţa, care au durat câteva zile, au fost cauza unei serioase deteriorări a podului de peste Sena, chiar din centrul Parisului. Scheletul metalic al podului s-a comprimat din cauza frigului şi din această cauză dalele s-au ridicat, iar apoi au căzut. Podul este temporar impracticabil”.

ÎNĂLŢIMEA TURNULUI EIFFEL

Dacă vom fi întrebaţi acum care este înălţimea turnului Eiffel, atunci, înainte de a răspunde: „300 m “, ne vom interesa desigur:

— Pe ce timp: rece sau cald?

Doar înălţimea unei asemenea construcţii uriaşe din fier nu poate fi aceeaşi la orice temperatură. Ştim că o tijă de fier cu lungimea de 300 m se lungeşte cu 3 mm atunci când este încălzită cu un grad. Aproximativ tot cu atâta trebuie să crească şi înălţimea turnului Eiffel atunci când temperatura creşte cu 1°C. Pe timp cald şi însorit, la Paris, materialul metalic al turnului se poate încălzi până la aproximativ +40°C, în timp ce în zilele reci şi ploioase temperatura lui scade până la +10°C, iar iarna până la 0 şi chiar —10°C (gerurile mari sunt rare la Paris). După cum vedem, oscilaţiile de temperatură ating 40 şi chiar mai multe grade. Prin urmare, înălţimea turnului Eiffel poate varia cu 3 X 40 = 120 mm sau cu 12 cm (cam cât lungimea acestui rând de carte).

Măsurătorile făcute direct au arătat’că turnul Eiffel este însă şi mai sensibil la variaţiile de temperatură decât aerul: el se încălzeşte şi se răceşte mai repede şi reacţionează mai devreme la apariţia neaşteptată a Soarelui într-o zi înnorată. Variaţiile înălţimii turnului Eiffel au fost descoperite cu ajutorul unei sârme dintr-un oţel special cu nichel, care are proprietatea de a nu-şi schimba aproape de loc lungimea la variaţiile de temperatură. Acest aliaj se numeşte invar (de la cuvântul latin care înseamnă „neschimbat”).

Astfel, într-o zi călduroasă, vârful turnului Eiffel se înalţă faţă de zilele reci cu o porţiune de fier lungă cât un rând de carte şi care nu costă nicio centimă în plus.

DE LA PAHARUL DE CEAI LA HIDROMETRU

înainte de a turna ceaiul în pahare, o gospodină cu experienţă, având grija de a nu le sparge, nu uită niciodată să pună în ele linguriţele, mai ales dacă acestea sunt de argint. Experienţa de toate zilele a dus la folosirea unei metode foarte juste. Pe ce-se bazează ea?

Să lămurim înainte de toate de ce în general paharele plesnesc când vin în contact cu apa fierbinte.

Cauza constă în dilatarea neuniformă a sticlei. Apa fierbinte turnată în pahar nu-i încălzeşte dintr-o dată pereţii:

întâi se încălzeşte stratul interior al pereţilor, în timp ce stratul exterior nu reuşeşte încă să se încălzească. Stratul interior încălzit se dilată imediat, în timp ce stratul exterior rămâne deocamdată neschimbat şi, prin urmare, suferă o puternică presiune din interior. Are loc o ruptură: sticla plesneşte.

Să nu credeţi că vă veţi asigura împotriva unor astfel de „surprize” folosind pahare din sticlă groasă. Tocmai astfel de pahare prezintă siguranţa minimă; ele plesnesc mai des decât paharele subţiri. Acest lucru este firesc, pentru că peretele subţire se încălzeşte mai repede, în el se stabileşte mai repede o temperatură uniformă şi o dilatare egală, în timp ce în sticla groasă, care se încălzeşte mai greu, acest proces decurge mai încet.

Alegându-ne vasele din sticlă subţire, nu trebuie să uităm un lucru: trebuie să fie subţire şi fundul, nu numai pereţii laterali. Când se toarnă apă fierbinte, se încălzeşte mai ales fundul paharului; dacă el este gros, atunci paharul va plesni oricât de subţire i-ar fi pereţii laterali. Plesnesc uşor şi paharele şi ceştile de porţelan care au la bază o ieşitură inelară groasă.

Cu cât vasul de sticlă este mai subţire, cu atât mai puţină grijă trebuie să avem la încălzirea lui. Chimiştii folosesc vase din sticlă foarte subţire şi fierb apa în ele fără a-şi face griji în privinţa integrităţii lor.

Desigur că un vas ideal ar fi acela care nu s-ar dilata de loc la încălzire. Extrem de puţin se dilată cuarţul: 15 – 20 de ori mai puţin decât sticla. Un vas gros din cuarţ transparent poate fi încălzit oricât de mult: el nu va plesni. Putem arunca fără grijă vasul de cuarţ, încălzit până la incandescenţă, în apă rece1. Aceasta se datoreşte în parte şi faptului că conducti- bilitatea termică a cuarţului este mult mai mare decât cea a sticlei.

Paharele plesnesc nu numai dacă sunt încălzite, ci şi dacă sunt răcite brusc. Cauza constă în comprimarea neuniformă: stratul exterior răcindu-se se comprimă şi apasă puternic asupra

1 Vasele de cuarţ sunt convenabile pentru utilizare în laborator şi pentru faptul că temperatura de topire a cuarţului este de 1700°C.

Stratului interior care nu a reuşit încă să se răcească şi să se comprime. De aceea nu trebuie să punem la rece un borcan cu dulceaţă fierbinte etc.

Să ne întoarcem însă la linguriţa din pahar. Pe ce se bazează acţiunea ei protectoare?

O diferenţă mare de temperatură între stratul interior şi cel exterior al pereţilor se creează numai atunci când în pahar se toarnă dintr-o dată apă foarte fierbinte; apa potrivit de caldă nu produce o diferenţă de temperatură mare şi, prin urmare, nici diferenţa de tensiune între diferitele părţi ale sticlei. Vasele nu plesnesc din cauza apei calde. Ce se întâmplă însă când în pahar se află linguriţa? Atingând fundul, lichidul fierbinte, înainte de a încălzi sticla (care este rău conducătoare de căldură), reuşeşte să cedeze o parte din căldura lui unui bun conducător de căldură, metalul; temperatura lichidului scade: din fierbinte el devine cald şi, prin urmare, aproape inofensiv. Restul de ceai fierbinte turnat în pahare nu mai prezintă prea mult pericol pentru sticlă, întru- cât aceasta este acum încălzită într-o oarecare măsură.

Prin urmare, linguriţa metalică (mai ales dacă ea este masivă) nivelează neuniformitatea de încălzire a paharului, preîntâm- pinând plesnirea sticlei.

Dar de ce este mai bine ca linguriţa să fie de argint? Fiindcă argintul este un bun conducător de căldură; linguriţa de argint absoarbe mai repede căldura din apă decât cea de cupru. Amintiţi-vă cât de tare frige mâna o linguriţă de argint aşezată în paharul cu ceai fierbinte! După acest indiciu puteţi chiar determina fără greş materialul linguriţei: cea de cupru nu frige degetele.

Dilatarea neuniformă a pereţilor de sticlă ameninţă nu numai integritatea paharelor de ceai, dar şi a părţilor celor mai importante ale cazanelor cu abur, a apometrelor acestora, cu ajutorul cărora se stabileşte nivelul apei în cazan. Straturile interioare ale acestor tuburi de sticlă, încălzite de aburii fierbinţi şi de apă, se dilată mai mult decât cei exteriori. La tensiunea determinată de această cauză se mai adaugă presiunea puternică a aburului şi a apei în tub, lucru care poate duce cu uşurinţă la spargerea acestuia. Pentru a preîntâmpina aceasta, tuburile apometrelor se con- fecţionează uneori din două straturi de sticlă de calităţi diferite: stratul interior are un coeficient de dilatare mai mic decât stratul exterior.

LEGENDA DESPRE CIZMA CARE NU POATE FI ÎNCĂLŢATĂ DUPĂ BAIE

„De ce iarna ziua este scurtă şi noaptea lungă, iar vara este invers? Iarna ziua este scurtă pentru că, asemenea tuturor obiectelor vizibile şi invizibile, ea se comprimă din cauza frigului, iar noaptea se dilată, încălzindu-se de la luminările şi felinarele aprinse.”

Acest raţionament curios al unuia dintre eroii dintr-o povestire a lui Cehov ne amuză prin naivitatea lui. Dar oamenii care-şi bat joc de asemenea raţionamente „savante” creează ei înşişi uneori teorii care uneori nu sunt cu mult mai reuşite. Cine nu a auzit sau chiar citit despre cizma care, se spune, nu poate fi trasă pe piciorul înfierbântat pentru că „prin încălzire a crescut volumul piciorului”? Acest exemplu a devenit aproape clasic, cu toate că i se dă o explicaţie cu totul eronată.

Înainte de toate, în baie temperatura omului nu se. Schimbă aproape de loc. Creşterea temperaturii corpului în baie nu depăşeşte 1°C şi numai la baia cu abur

atinge 2°C. Organismul uman luptă cu succes împotriva influenţelor calorice ale mediului înconjurător şi-şi menţine temperatura proprie la un anumit nivel.

Dar la o încălzire cu 1—2°C, creşterea volumului corpului nostru este atât de mică, încât ea nu poate fi observată la încălţarea cizmei. Coeficientul de dilatare a părţilor tari şi moi ale corpului omenesc nu depăşeşte câteva zecimi de miimi. Prin urmare, lăţimea tălpii şi lăţimea gleznei nu au putut creşte decât cu o sutime de centimetru. Oare cizmele se confecţionează cu o exactitate de până la 0,01 cm (grosimea unui fir de păr)?

Faptul este totuşi incontestabil: după baie îţi tragi greu cizmele. Cauza însă nu constă într-o dilatare termică, ci în afluxul de sânge, în umflarea învelişului exterior, în faptul că suprafaţa pielii este umedă şi în alte fenomene asemănătoare, care nu au nimic comun cu dilatarea termică.

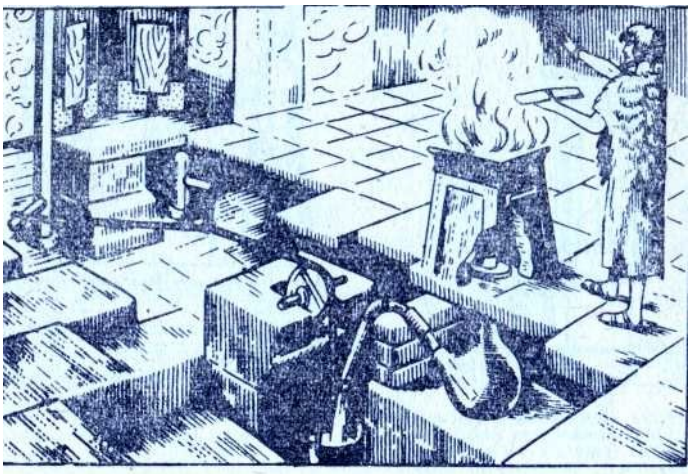


Figura 74 — Adevărul asupra unei „minuni" a preoţilor egipteni: uşile templului sînt deschise datorită acţiunii focului sacru.

i

CUM SE ARANJAU MINUNILE

învăţatul grec din antichitate Heron din Alexandria, inventatorul fântânii care-i poartă numele, ne-a lăsat descrierea a două metode ingenioase cu ajutorul cărora preoţii egipteni^ amăgeau poporul, insuflându-i credinţa în minuni.

În figura 74 vedeţi un altar metalic gol în interior, iar sub el, la subsol, un mecanism mascat care pune în mişcare uşile templului. Altarul se află în exterior. Când se făcea foc, atunci aerul din interiorul lui, fiind încălzit, apăsa mai puternic asupra apei din vasul ascuns sub podea; din vas, apa era împinsă în tub şi curgea în căldarea care, coborând, punea în funcţiune mecanismul ce deschidea uşa (fig. 75). Asistenţa uimită, care nu bănuia că sub podea ar exista o instalaţie de acest fel, vedea o „minune": îndată ce focul se aprindea pe altar, porţile templului, „înduplecate de rugăciunea preoţilor", se deschideau singure...

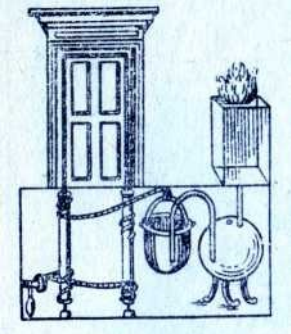


Figura 75 — Schema dispozitivului cu care erau prevăzute porţile templului ce se deschideau de la sine cînd pe altar era arpins focul (compară cu fig. 74).

Figura 76 — O altă „minune" din antichitate: uleiul curge singur în focul sacru.

O altă „minune “ pusă la cale de preoţi este reprezentată în figura 76. Când pe altar ardea focul, atunci aerul, dilafându-se, apăsa asupra uleiului din rezervorul de sub el, acesta seridica pe ţevile mascate în interiorul figurinelor de preoţişi atunci uleiul începea să curgă singur în foc... Dar dacă preotul, în a cărui grijă era acest altar, scotea pe neobservate dopul din capacul rezervorului, atunci uleiul înceta să mai curgă (pentru că surplusul de aer ieşea liber prin orificii); preoţii recurgeau la acest subterfugiu atunci când prinosul credincioşilor era prea sărăcăcios.

UN CEAS CARE NU TREBUIE ÎNTORS

Am descris mai înainte un ceas care nu trebuie întors (mai exact, care nu necesită să fie întors în mod special) şi al cărui dispozitiv se bazează pe variaţiile presiunii atmo sferice. Descriem acum un ceas asemănător, bazat pe dila- taţia termică.

Mecanismul lui este reprezentat în figura 77. Partea principală, tijele Zj şi Z2, sunt confecţionate dintr-un aliaj metalic special, cu un coeficient de dilatare mare. Tija Zi se sprijină pe dinţii roţii X, astfel încât, la o alungire a acestei tije de pe urma creşterii temperaturii, roata dinţată se roteşte puţin.

Tija Z2 prinde dinţii roţii Y şi, atunci când se scurtează din cauza frigului, o roteşte în acelaşi sens. Ambele roţi sunt aşezate pe acelaşi arbore W, la a cărui rotire se mişcă şi roata mare cu cupe. Cupele prind mercurul aflat în jgheabul de jos şi-l transportă

în cel de sus; de aici mercurul curge spre roata din stânga, care este prevăzută şi ea cu cupe; umplându-le pe acestea din urmă, mercurul pune în mişcare roata; totodată se pune în mişcare şi lanţul KK, care este trecut prin roţile ’ K\ (de pe arborele W2 comun cu roata mare) şi K2\ aceasta din urmă întoarce arcul ceasului.

Ce se întâmplă cu mercurul care s-a scurs din cupele roţii din stânga? El se scurge pe jgheabul înclinat şi vine din nou sub roata din dreapta pentru a-şi reîncepe circuitul.

După cum vedem, mecanismul trebuie să funcţioneze fără oprire atât timp cât se vor lungi sau se vor scurta tijele Za şi Z2. Prin urmare, pentru ca ceasul să fie întors este necesar doar ca temperatura aerului să varieze, crescând şi descrescând. Dar aceasta se întâmplă de la sine, fără a necesita vreun efort din partea noastră; orice variaţie de temperatură a aerului înconjurător provoacă o alungire sau o scurtare a tijei, întorcând astfel încet, dar continuu, arcul ceasului.

Poate fi numit un astfel de ceas perpetuum mobile? Desigur că nu. Ceasul va funcţiona un timp nedeterminat de lung, până când se va uza mecanismul, dar sursa lui de energie este

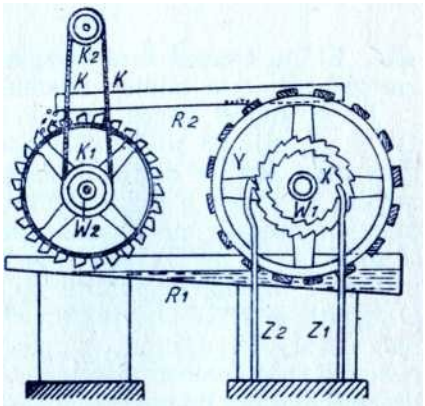


Figura 77 — Ceasul care se întoarce singur.

căldura aerului înconjurător; lucrul de dilataţie termică este acumulat de acest ceas în porţii mici, pentru a fi consumat continuu pentru mişcarea acelor de ceasornic. Acesta este un motor „fără cheltuieli11, pentru că nu necesită nicio îngrijire şi nici cheltuieli pentru întreţinerea mişcării

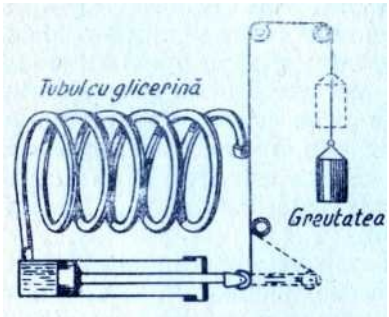


Figura 78 — Schema construcţiei unui alt model de ceas cu autoîntoarcere.

sale. El nu creează însă energie din nimic: sursa primară a energiei sale este căldura Soarelui care încălzeşte Pământul.

Un alt model de ceas care nu trebuie întors este reprezentat în figurile 78 şi 79. Aici partea principală o constituie glicerina, care se dilată o dată cu creşterea temperaturii aerului şi ridică o mică greutate; căderea acestei greutăţi pune în mişcare mecanismul ceasului. Deoarece glicerina se solidifică la 30°Cşi fierbe la 290°C, acest mecanism este utilizabil în pieţele publice şi în alte locuri descoperite. O variaţie de2°Ceste deja suficientă pentru a asigura funcţionarea unui astfel de ceas. Un exemplar de acest gen a fost experimentat timp de un an, dând rezultate pe deplin satisfăcătoare, deşi mecanismul lui nu a fost atins în acest timp de nicio mână.

Este oare avantajoasă construirea după acest principiu a unor motoare mai mari? La prima privire s-ar părea că un astfel de motor „fără cheltuieli11 ar trebui să fie foarte economic. Calculul indică însă un rezultat cu totul diferit. Pentru a întoarce un ceas să meargă 24 de ore este necesară doar o

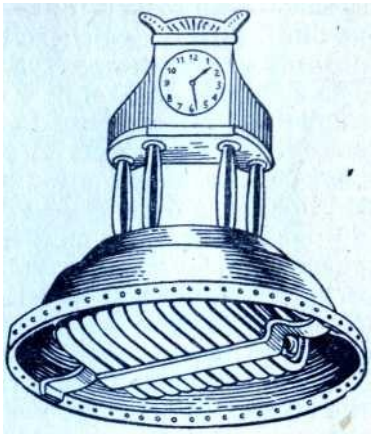


Figura 79 — Ceas care se întoarce singur; în soclul lui este închis un tub cu glicerină.

energie de 1/7 kgf.m. Revine deci o a 600 000-a parte de kilogram forţă metru pe secundă; deoarece un cal-putere este egal cu 75 kgf. M/s, înseamnă că puterea unui mecanism de ceas reprezintă doar o a 45 000 000-a parte dintr-un cal- putere. Prin urmare, dacă presupunem că tijele dilatabile ale primului ceas sau al dispozitivului ceasului al doilea costă cel puţin o copeică, atunci investiţiile de capital pentru un cal putere al unui asemenea motor ar fi de o copeică X 45 000 000 = 450 000 de ruble.

Aproape o jumătate de milion de ruble pentru un cal- putere! Cam prea mult pentru un motor „fără cheltuieli”…

t

O ŢIGARĂ INSTRUCTIVĂ

Pe cutia de chibrituri este aşezată o ţigară (fig. 80). Fumul iese la ambele capete. Dar fumul care iese prin carton c o- b o a r ă, în timp ce la capătul celălalt el se înalţă.

De ce? S-ar părea că la ambele capete iese acelaşi fum.

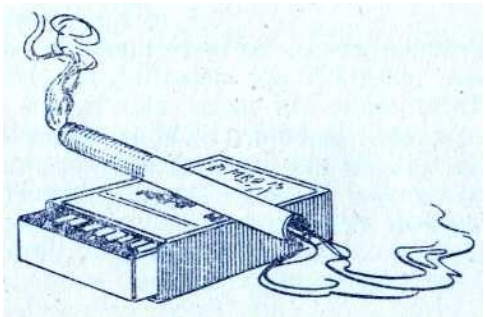


Figura 80 — De ce fumul ţigării se ridică la un capăt în sus, iar la celălalt coboară?

Da, fumul este acelaşi, dar la capătul aprins al ţigării există un curent ascendent de aer încălzit care antrenează particulele de fum. Aerul însă care trece împreună cu fumul prin cartonul ţigării, se răceşte şi nu se mai înalţă, iar particulele de fum, fiind mai grele decât aerul, coboară.

GHEAŢA CARE NU SE TOPEŞTE ÎN APĂ CLOCOTITĂ

Luaţi o eprubetă, umpleţi-o cu apă, cufundaţi în ea q bucăţică de gheaţă şi, pentru ca aceasta să nu se ridice la suprafaţă (gheaţa e mai uşoară decât apa), apăsaţi-o cu o alice de plumb, o mică greutate de cupru etc.; aveţi totuşi grijă ca apa să aibă accesul liber la gheaţă. Apropiaţi acum eprubetă de flacăra unei lămpi cu spirt, astfel încât flacăra să încălzească doar partea de sus a eprubetei (fig. 81). În curând apa începe să fiarbă, degajând nori de vapori. Dar se întâmplă un lucru curios: gheaţa de la fundul eprubetei nu se topeşte! Parcă am avea în faţa noastră o mică minune: gheaţă care nu se topeşte în apă clocotită...

Secretul constă în aceea că la fundul eprubetei apa nu fierbe, ci rămâne rece; ea fierbe numai în partea superioară. Nu avem „gheaţă în apă clocotită11, ci „gheaţă sub apă clocotită". Dilatându-se din cauza căldurii, apa devine mai uşoară şi nu coboară la fund, ci rămâne în partea de sus a eprubetei. Curenţii de apă caldă şi amestecarea straturilor se vor produce numai în partea de sus a eprubetei, fără a cuprinde şi păturile dense din partea de jos. Încălzirea poate fi transmisă în jos numai prin conductibilitatea termică, care la apă este foarte mică.

PE GHEAŢĂ SAU SUB GHEAŢĂ?

Dorind să încălzim apa, aşezăm vasul cu apă pe flacără şi nu alături de ea. Astfel procedăm pe deplin corect, pentru că aerul încălzit de flacără devine mai uşor, este împins din toate părţile în sus şi se înalţă în jurul vasului nostru.

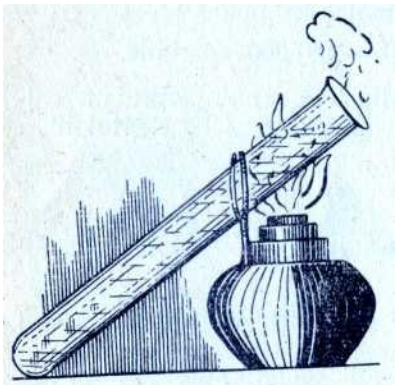


Figura 81 — În partea de sus apa fierbe, dar gheaţa de la fund nu se topeşte.

Prin urmare, aşezând corpul care urmează a fi încălzit deasupra flăcării, folosim în modul cel mai util căldura dată de sursă.

Dar cum trebuie să procedăm dacă vrem, dimpotrivă, s ă răcim un corp oarecare cu ajutorul gheţii? în virtutea obişnuinţei, mulţi aşază obiectul deasupra gheţii, de exemplu vasul cu lapte direct pe gheaţă. Procedeul acesta nu este corect: aerul de deasupra gheţii, răcindu-se coboară, fiind înlocuit cu aerul înconjurător, care este cald. De aici rezultă o concluzie practică: dacă vreţi să răciţi o băutură sau o mâncare nu o aşezaţi pe gheaţă, ci sub gheaţă.

Să dăm o explicaţie mai amănunţită. Dacă aşezăm vasul cu apă pe gheaţă, atunci se va răci numai pătura inferioară de lichid, restul fiind înconjurat de afer nerăcit. Dimpotrivă dacă aşezăm o bucată de gheaţă pe capacul vasului, atunci răcirea conţinutului va decurge mai repede. Straturile superioare de lichid răcite vor coborî, fiind înlocuite de lichidul cald care se ridică în sus, până când se va răci întregul conţinut al vasului1. Pe de altă parte, aerul răcit din jurul gheţii va coborî şi el şi va înconjura vasul.

DE CE „TRAGE“ DE LA O FEREASTRĂ ÎNCHISĂ

Adesea constatăm că de la o fereastră bine închisă şi care nu are nici cea mai mică crăpătură „trage”. Acest lucru pare straniu. Cu toate acestea, nu este nimic de mirare.

Aerul camerei nu se află niciodată în repaus; în el există curenţi invizibili, generaţi de încălzirea şi de răcirea aerului. În urma încălzirii, aerul se rarefiază, devenind, prin urmare, mai uşor; din cauza răcirii, dimpotrivă, el devine mai dens şi, ca atare, mai greu. Aerul uşor, încălzit de calorifer sau de sobă, este împins de aerul rece în sus, spre tavan, iar aerul rece de lângă ferestre sau pereţii reci, fiind mai greu, se scurge în jos, spre podea.

1 Apa distilată nu se răceşte până la 0°C, ci numai până la o temperatură de 4°C, la care ea are densitatea maximă. Dar, în practică, nici nu este nevoie ca băutura să fie răcită până la zero grade.

Aceşti curenţi din cameră pot fi descoperiţi uşor cu ajutorul unui balon umplut cu aer dacă atârnăm de acesta o greutate mică pentru ca să nu urce spre tavan, ci să

plutească liber. Lansat în apropierea sobei încălzite, un astfel de balon călătoreşte prin cameră antrenat de curenţii de aer invizibili: de la sobă spre tavan în direcţia ferestrei, de unde coboară spre podea, înapoindu-se spre sobă, reluându-şi apoi drumul parcurs.

Iată de ce avem iarna senzaţia că „trage“ de la fereastră, mai ales la picioare, deşi ea este atât de bine închisă încât aerul rece de afară nu poate pătrunde prin crăpături.

O MORIŞCĂ CU MISTERE

Tăiaţi un dreptunghi dintr-o foiţă subţire de ţigară, în- doiţi-l de-a lungul medianelor şi îndreptaţi-l din nou; veţi şti acum unde este centrul de greutate al figurii astfel obţinute. Aşezaţi acum foiţa pe vârful unui ac înfipt într-un suport, astfel încât vârful să vină exact în centrul de greutate.

Hârtia este în echilibru. Dar la un suflu cât de mic, ea începe să se rotească pe vârful acului.

Deocamdată nu găsim nimic misterios în acest dispozitiv simplu. Dar apropiaţi de el mâna aşa cum se arată în figura 82; apropiaţi-o încet, astfel încât hârtia să nu fie împinsă de curentul de aer. Veţi vedea un lucru surprinzător: foiţa începe să se rotească, întâi încet, apoi tot mai repede. Depărtaţi mâna şi mişcarea va înceta. Apropiaţi-o şi mişcarea va începe.

Prin deceniul al optulea al secolului trecut, această rotire misterioasă îi făcea pe mulţi să creadă că corpul nostru posedă proprietăţi supranaturale. Amatorii de lucruri mistice găseai: în această experienţă confirmarea învăţăturii lor nebuloase despre un fluid misterios pe care-î

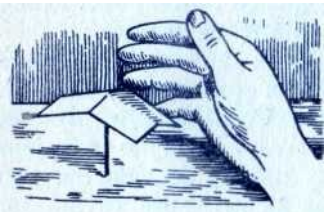


Figura 82 — De ce se învîrteşte foiţa?

emană corpul omenesc. Şi, totuşi, cauza acestui fenomen este cât se poate de firească şi de simplă: aerul încălzit de mina noastră se ridică în sus şi, presând hârtia, o forţează să se rotească, asemenea binecunoscutului „şarpe“ în spirală care se roteşte deasupra lămpii, pentru că, îndoind hârtia, suprafeţele ei au căpătat o oarecare înclinare.

Un observator atent poate remarca că morişca descrisă mai sus se roteşte într-o anumită direcţie: de la încheietură, de-a lungul palmei, spre degete. Aceasta se explică prin diferenţa de temperatură a diferitelor părţi ale mâinii: degetele sunt mult mai reci decât palma; de aceea în apropierea palmei se formează un curent de aer ascendent mai puternic, care loveşte deci mai puternic foiţa decât curentul produs de căldura degetelor L

## ŞUBA ÎNCĂLZEŞTE?

Ce-aţi spune dacă cineva ar încerca să vă convingă că şuba nuvă încălzeşte de loc? Aţi crede, desigur, că este o glumă. Dar dacă această afirmaţie v-ar fi demonstrată cu o serie de experienţe? Faceţi, de exemplu, experienţa următoare.

Notaţi-vă câte grade indică termometrul şi înveliţi-l într-o şubă. După câteva minute scoateţi-l. Vă veţi convinge că el nu indică niciun sfert de grad mai mult decât înainte. Iată o demonstraţie a afirmaţiei că şuba nu încălzeşte. Aţi putea ajunge chiar la o concluzie că şu] ja răceşte. Luaţi două baloane cu gheaţă; înveliţi unul din ele în şubă, iar celălalt lăsaţi-l descoperit în cameră. Când gheaţa din cel de-al doilea balon se topeşte, desfaceţi şuba; veţi vedea că în acest balon gheaţa abia a început să se topească. Prin urmare, şuba nu

1 Se poate de asemenea menţioâia că dacă avem frisoane sau, în general, o temperatură ridicată, atunci morişca se roteşte mult mai repede, într-un timp acestui mic dispozitiv, care-i deruta pe mulţi, i-a fost chiar consacrat un mic studiu fizico-fiziologic, prezentat la o sesiune a Societăţii medicale din Moscova în 1876.

Numai că nu a încălzit gheaţa, dar parcă a şi răcit-o, înce- tinindu-i topirea.

Ce se poate obiecta aici? Cum pot fi infirmate aceste dovezi?

În niciun fel. Este o realitate faptul că şubele nu încălzesc, desigur dacă prin cuvântul „a încălzi” înţelegem o t r a n s- mitere a căldurii. Lampa încălzeşte, soba încălzeşte, încălzeşte şi corpul omenesc, pentru că toate aceste obiecte sunt surse de căldură. Dar, în acest înţeles al cuvântului, şuba nu încălzeşte de loc. Ea nu-şi cedează căldura proprie, ci împiedică doar îndepărtarea căldurii corpului nostru. Iată de ce un animal cu sânge cald, al cărui corp este el însuşi o sursă de căldură, simte mai multă căldură dacă e învelit cu şuba decât dacă nu o are. Dar. Termometrul nu generează căldură proprie şi temperatura lui nu se schimbă în urma învelirii cu şuba. Gheaţa învelită în şubă îşi păstrează mai mult timp temperatura ei scăzută pentru că şuba, care este foarte rău conducătoare de căldură, împiedică pătrunderea căldurii dinafară, de la aerul camerei.

Tot ca o şubă, în acelaşi înţeles al cuvântului, zăpada încălzeşte pământul; asemenea tuturor corpurilor sub formă de pulbere, ea este rău conducătoare de căldură şi împiedică degajarea căldurii din solul pe care-l acoperă. În solul acoperit cu zăpadă, termometrul indică uneori cu vreo zece grade mai mult decât în solul neacoperit.

Astfel, la întrebarea dacă vă încălzeşte sau nu şuba, trebuie să răspundeţi doar că şuba ne ajută să ne încălzim pe noi înşine. Ar fi fost mai corect să spunem că noi încălzim şuba şi nu ea pe noi.

## CE ANOTIMP AVEM SUB PICIOARE?

Când la suprafaţa Pământului este vară, ce anotimp avem, de exemplu, la o adâncime de trei metri?

Credeţi că şi acolo este vară? Vă înşelaţi! La suprafaţa Pământului şi în adâncurile lui nu sunt aceleaşi anotimpuri, după cum s-ar crede. Solul este foarte rău conducător de căldură. La Leningrad, conductele de apă aşezate la adâncimea de 2 m nu îngheaţă nici în lunile de iarnă cele mai reci. Oscilaţiile de temperatură care au loc pe suprafaţa Pământului se propagă în adâncime foarte încet şi ajung la diferitele lui straturi cu o întârzfere foarte mare. Măsurătorile directe efectuate, de exemplu, la Sluţk (regiunea Leningrad) au arătat că momentul cel mai cald al anului ajunge la adâncimea de 3 m cu o întârziere de 76 de zile, iar cel mai rece cu o întârziere de 108 zile. Aceasta înseamnă că dacă pe Pământ ziua cea mai călduroasă a anului a fost, să zicem, la 25 iulie, atunci la adâncime de 3 metri ea va fi marcată numai la 9 octombrie! Dacă ziua cea mai rece a fost la 15 ianuarie, atunci, la adâncimea indicată, ea va ajunge abia în mai! Pentru păturile mai adânci ale scoarţei aceste întârzieri vor fi şi mai mari.

O dată cu adâncimea, oscilaţiile de temperatură nu numai că întârzie, dar şi slăbesc, atenuându-se complet la o anumită adâncime: tot anul, de-a lungul veacurilor, acolo este o temperatură constantă, egală cu temperatura medie anuală a locului respectiv. În pivniţele Observatorului din Paris, aflate la o adâncime de 28 m, este păstrat de un veac şi jumătate un termometru, aşezat aici încă de Lavoisier, şi în acest răstimp el nici nu s-a clintit din loc, indicând aceeaşi temperatură (+11,7°C).

Astfel, în solul pe care păşim nu este niciodată acelaşi anotimp ca şi pe suprafaţa lui. Când pe suprafaţa Pământului este iarnă, la o adâncime de trei metri este încă toamnă, ce e drept nu acea toamnă pe care am avut-o la suprafaţă, ci cu o temperatură ceva mai ridicată; când pe pământ e vară, în adâncurile lui ajung ecourile slabe ale gerului de iarnă.

Este important să avem în vedere acest fapt ori. De câte ori este vorba despre condiţiile de viaţă ale animalelor sub- pământene (de exemplu larva cărăbuşului) şi a părţilor subterane ale plantelor. Nu trebuie să ne mire, de exemplu, faptul că în rădăcinile copacilor înmulţirea celulelor are loc tocmai în jumătatea rece a anului şi activitatea cambiului încetează în aproape întreg sezonul cald, adică exact invers faţă de tulpina ce se înalţă deasupra solului.

O OALĂ DIN HIRTIE

Priviţi figura 83: un ou fierbe în apa dintr-un pahar de hârtie. „Dar hârtia se va aprinde imediat şi apa va stinge lampa“, veţi exclama dumneavoastră. Încercaţi să faceţi această experienţă, folosind o hârtie groasă de pergament fixată bine de o sârmă. Vă veţi convinge că hârtia nu va avea de suferit din cauza focului. Cauza acestui fenomen este faptul că, într-un vas deschis, apa nu poate fi încălzită decât până la temperatura de fierbere, adică 100°C; de aceea apa încălzită având totodată şi o mare capacitate de absorbţie a căldurii, absorbind surplusul de căldură a hârtiei, nu-i permite să depăşească cu mult 100°C, adică să fie în pericol să se aprindă. (Mai practică este folosirea unei cutii de hârtie de dimensiuni nu prea mari, cu forma reprezentată în figura 84.) Hârtia nu se aprinde chiar dacă vine în contact cu flacăra.

Din aceeaşi categorie de fenomene face parte şi experienţa pe care o fac fără voia lor unii oameni distraţi, punând să se încălzească un samovar fără apă: samovarul se topeşte. Cauza este uşor de înţeles: aliajul de lipit se topeşte relativ uşor şi numai contactul direct cu apa îl fereşte de creşterea periculoasă a temperaturii. De asemenea nu trebuie încălzite fără apă cratiţele lipite. La vechile mitraliere Maxim, încălzirea apei ferea arma de topire.

Figura 83 — Oul fierbe în oală de hîrtie.

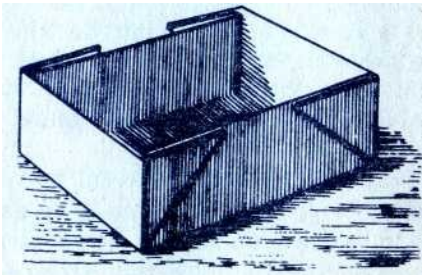


Figura 84—Cutia de hîrtie pentru fierberea apei.

Puteţi de asemenea să topiţi o plombă de plumb într-o cutioară confecţionată dintr-o carte de joc. Trebuie doar să supuneţi la acţiunea flăcării tocmai acea parte a hârtiei care vine în contact direct cu plumbul: metalul, ca un bun^condu-

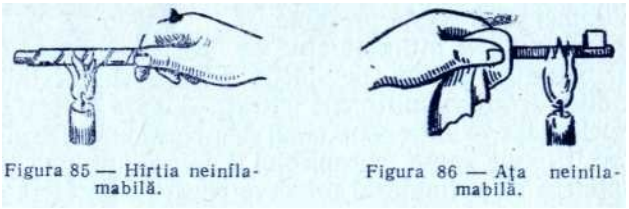


Figura 85 — Hîrtia neinflamabilă.

Figura 86 — Aţa neinflamabilă.

cător de căldură, preia repede căldura de la hârtie, nepermiţându-i să se încălzească cu mult peste temperatura de topire, adică 335°C (pentru plumb); această temperatură nu este suficientă pentru aprinderea hârtiei.

Este asigurată de asemenea reuşita următoarei experienţe (fig. 85): înfăşuraţi s t r î n s pe un cui gros sau pe o vergea de fier (sau mai bine de cupru) o fâşie îngustă de hârtie, în spirală. Apoi introduceţi vergeaua cu hârtie în flacără. Focul va trece pe lângă hârtie, o va afuma, dar nu o va arde, până când vergeaua nu va ajunge la

incadescenţă. Secretul experienţei constă în buna conductibilitate a metalului; dacă am fi folosit o vergea de sticlă, atunci experienţa nu ar fi reuşit. În figura 86 este reprezentată o experienţă asemănătoare cu un fir de aţă „neinflamabil”, strâns înfăşurat pe o cheie.

DE CE ESTE LUNECOASĂ GHEAŢA?

*

Este mai uşor să luneci pe o podea bine lustruită decât pe una obişnuită. S-ar părea că acelaşi lucru ar trebui să se întâmple pe gheaţă, adică gheaţa netedă ar trebui să fie mai alunecoasă decât cea cu asperităţi, cu neregularităţi.

Dar dacă aţi avut ocazia să trageţi o săniuţă încărcată pe o suprafaţă de gheaţă cu asperităţi, v-aţi convins cu uşurinţă că, contrar aşteptărilor dv., pe o astfel de suprafaţă sania lunecă mult mai uşor decât pe o suprafaţă netedă. Gheaţa cu asperităţi este mai lunecoasă decât cea netedă ca oglinda!

Aceasta se explică prin faptul că capacitatea de lunecare a gheţii nu depinde în special de netezimea ei, ci de o cauză cu totul diferită: de faptul că temperatura de topire a gheţii scade atunci când creşte presiunea.

Să vedem ce se întâmplă când ne dăm cu săniuţa sau patinăm. Stând pe patine, ne sprijinim pe o suprafaţă foarte mică, doar de câţiva milimetri pătraţi. Asupra acestei suprafeţe mici apasă în întregime greutatea corpului nostru. Dacă vă amintiţi cele spuse în capitolul 2 despre presiune, atunci veţi înţelege că patinatorul presează gheaţa cu o forţă destul de mare. Supusă la presiune mare, gheaţa se topeşte la o temperatură mai scăzută; dacă de exemplu, gheaţa are o temperatură de —5°C, iar presiunea exercitată de patine a făcut ca punctul de topire a gheţii presate de patine să coboare cu mai mult de 5°C, atunci aceste părţi ale gheţii se vor topi. Şi, ce se întâmplă atunci? între muchea patinei şi gheaţă se află un strat subţire de apă; deci nu este de mirare că patinatorul lunecă. Din toate corpurile existente, această proprietate o are numai gheaţa; un fizician sovietic a denumit-o „singurul corp lunecos din natură“. Celelalte corpuri sunt netede, dar nu lunecoase.

Ne putem întoarce acum la întrebarea: care gheaţă este mai lunecoasă: cea netedă sau cea cu asperităţi? Ştim că una şi aceeaşi greutate apasă cu atât mai mult, cu cât este mai mică suprafaţa pe care se sprijină. În ce caz omul exercită o presiune mai mare pe suprafaţa sa de sprijin: când stă pe gheaţa netedă sau când stă pe cea cu asperităţi? Este clar că în cazul al doilea: aici el se sprijină doar pe puţine ieşituri şi neregularităţi ale suprafeţei cu asperităţi. Cu cât este mai mare apăsarea pe gheaţă, cu atât este mai abundentă topirea şi, prin urmare, cu atât mai lunecoasă este gheaţa (dacă tălpile săniei sunt suficient de late; pentru muchia ascuţită a patinelor care taie neregularităţile, acest lucru nu este valabil; aici energia de mişcare este consumată pentru tăierea asperităţilor).

Prin coborârea punctului de topire a gheţii o dată cu creşterea presiunii se explică multe alte fenomene din viaţa cotidiană. Datorită acestei particularităţi a gheţii se pot lipi, printr-o presare puternică, mai multe bucăţi de gheaţă într-un singur bloc. Copilul care presează în mână un bulgăre de zăpadă foloseşte în mod inconştient

tocmai această particularitate a grăunţilor de gheaţă (fulgii de zăpadă): contopirea sub acţiunea unei presiuni puternice, care micşorează temperatura lor de topire. Rostogolind bulgărele de zăpadă pentru realizarea „omului de zăpadă11, recurgem la aceeaşi particularitate a gheţii: în locurile de contact, în partea de jos a bulgărelui, fulgii de zăpadă se contopesc sub greutatea masei care îi presează. Înţelegeţi desigur acum de ce atunci când gerul este mare zăpada devine afânată, iar un „om de zăpadă" se construieşte greu. Sub presiunea picioarelor trecătorilor, zăpada de pe trotuare se transformă treptat în gheaţă: fulgii de zăpadă se contopesc într-un strat compact.

Se poate calcula teoretic că pentru coborârea punctului de topire a gheţii cu 1°C este necesară o presiune destul de mare, de 130 kgf pe cm2. Avem în vedere totodată faptul că la topire atât gheaţa, cât şi apa se află la-aceeaşi presiune. În exemplele descrise mai sus însă la presiune puternică este supusă numai gheaţa, iar apa ce se formează prin topire se află sub presiunea atmosferică; în aceste condiţii, influenţa presiunii asupra temperaturii de topire a gheţii este mult mai mare.

PROBLEMĂ DESPRE ŢURŢURII DE GHEAŢĂ

V-aţi gândit vreodată cum se formează ţurţurii de gheaţă pe care-i vedem atârnând adesea pe streşini?

Pe ce timp se formează ţurţurii: când se topeşte zăpada sau pe ger? Dacă aceasta s-a întâmplat în zilele călduroase, atunci cum de a putut îngheţa apa la o temperatură mai ridicată decât zero grade? Dacă s-a întâmplat în zilele geroase, atunci de unde putea să apară apă pe acoperiş?

Vedeţi că problema nu este chiar atât de simplă cum pare la început. Pentru a se putea forma ţurţuri de gheaţă trebuie să avem simultan două temperaturi: pentru topire mai mare decât zero, iar pentru îngheţ mai joasă decât zero.

Într-adevăr aşa se şi întâmplă: zăpada de pe panta acoperişului se topeşte, deoarece razele solare o încălzesc până la o temperatură mai ridicată decât zero grade, iar picăturile de apă de la marginea acoperişului îngheaţă, pentru că aici temperatura este sub zero (desigur că nu vorbim despre acel caz de formare a ţurţurilor care se datoreşte căldurii încăperii încălzite de sub acoperiş).

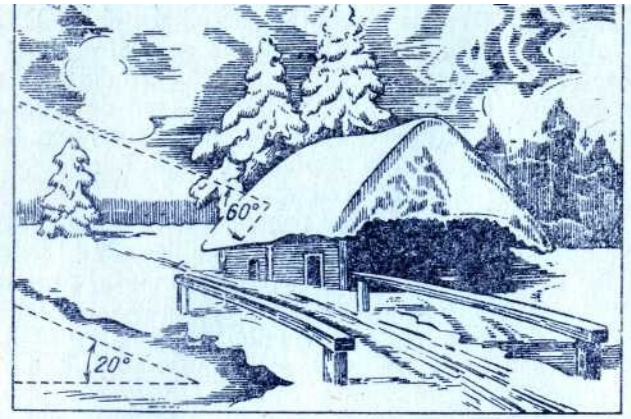



Figura 87 — Razele solare încălzesc acoperişul înclinat mai mult decît suprafaţa orizontală a pămîntului (cifrele indică mărimea unghiurilor).

Imaginaţi-vă următorul tablou. O zi luminoasă; un ger de numai 2—3 grade. Soarele scaldă totul în razele sale; totuşi aceste raze oblice nu încălzesc pământul într-atât încât zăpada să se poată topi. Dar pe panta acoperişului îndreptat spre soare, razele nu cad oblic, ca pe pământ, ci aproape vertical, sub un unghi mai apropiat de cel drept. Se ştie că razele luminează şi încălzesc cu atât mai mult cu cât este mai mare unghiul pe care-l formează cu suprafaţa pe care cad. (Acţiunea razelor este proporţională cu sinusul acestui unghi; pentru cazul reprezentat în figura 87, zăpada primeşte’de 2,5 ori mai multă căldură decât aceeaşi suprafaţă de zăpadă plasată pe o întindere orizontală, pentru că sinusul de 60° este mai mare decât sinusul de 20° de 2,5 ori.) Iată de ce panta acoperişului se încălzeşte mai puternic şi zăpada de pe ea se poate topi. Apa topită se scurge de pe acoperiş şi picură de pe marginea lui. Dar sub acoperiş temperatura este sub zero grade şi pică tura, răcită şi prin evaporare, îngheaţă. Pe picătura îngheţată se scurge următoarea picătură, care îngheaţă şi ea, apoi picătura a treia ş.a.m.d.; se formează treptat o mică ieşitură de gheaţă. Altă dată, când timpul este asemănător, aceste formaţii se lungesc şi în rezultat se formează ţurţuri, care cresc asemenea cunoscutelor stalactite din peşteri. Astfel apar ţurţurii de pe marginea acoperişurilor magaziilor şi, în general, ale încăperilor neîncălzite.

Aceeaşi cauză provoacă şi fenomene mai grandioase pe care avem ocazia să le vedem: doar deosebirea dintre zonele climatice şi dintre anotimpuri se datoreşte în mare parte 1 variaţiei unghiului de incidenţă al razelor solare. Iarna, Soarele este aproape tot atât de îndepărtat de noi ca şi vara; el este egal îndepărtat de poli şi de ecuator (diferenţele de distanţă sunt atât de mici, încât nu au importanţă). Dar în apropierea ecuatorului înclinarea razelor solare faţă de suprafaţa Pământului este mai mare decât la poli; vara acest unghi este mai mare decât iarna. Aceasta creează diferenţe mari de temperatură în timpul zilei şi, prin urmare, în viaţa întregii naturi.

1 Nu în întregime; o altă cauză importantă este durata inegală a zilei adică a acelui interval de timp în decursul căruia Soarele încălzeşte Pământul. De altfel ambele cauze se explică prin acelaşi fapt astronomic: înclinarea axei globului pământesc faţă de planul de rotaţie a Pământului în jurul Soarelui.

Capitolul 7

RAZELE DE LUMINA

UMBRELE PRINSE

„O, umbre, umbre negre,

Pe cine nu-l fugăriţi?

Pe cine nu-l ajungeţi?

Pe voi doar, umbre negre,

Nu vă pot prinde-îmbrăţişa!“ Nekrasov

Strămunii noştri ştiau, dacă nu să-şi prindă umbrele, cel puţin să tragă foloase de pe urma lor: cu ajutorul umbrelor ei desenau „siluete”, imagini ale umbrei figurii umane.

În zilele noastre, datorită fotografiei, fiecare are posibilitatea de a-şi obţine portretul sau să imprime trăsăturile oamenilor ce-i sunt dragi. Dar în secolul al XVIII-lea oamenii nu erau atât de fericiţi: portretele comandate pictorilor costau bani mulţi şi erau accesibile numai unui număr mic de oameni. Iată de ce erau atât de răspândite siluetele: până la un anumit grad ele înlocuiau atunci fotografiile de astăzi. Siluetele erau prinse şi fixate. Ele se obţineau pe cale mecanică şi sub acest aspect amintesc imprimarea cu ajutorul luminii. Noi folosim lumina, iar strămoşii noştri foloseau în acelaşi scop absenţa ei, umbra.

Privind figura 88, ne dăm seama cum erau desenate siluetele. Capul era astfel întors, încât umbra să dea un profil caracteristic, care apoi putea fi conturat cu creionul. Pe urmă,

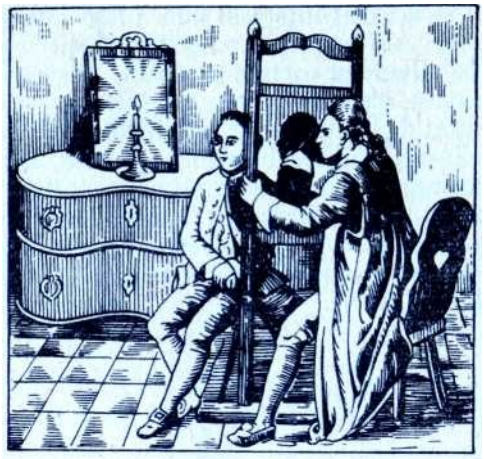


Figura 88 — O metodă veche de realizare a portretelor-siluete.

acest contur era umplut cu tuş, decupat şi lipit pe o hârtie albă: silueta era gata. La dorinţă, ea putea fi redusă cu ajutorul unui dispozitiv special, pantograful (fig. 89).

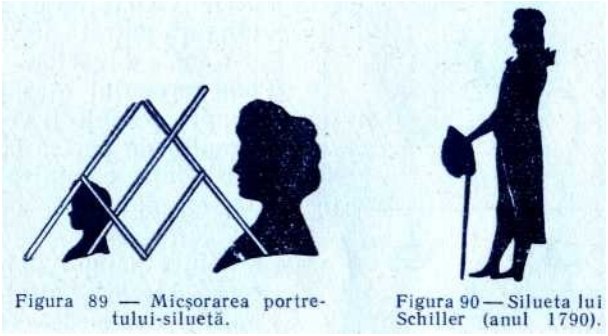


Figura 89 — Micşorarea portretului-siluetă.

Figura 90 — Silueta lui Schiller (anul 1790).

Să nu credeţi că o simplă siluetă întunecată nu poate da o imagine cu trăsăturile caracteristice ale originalului. Dim potrivă, o siluetă reuşită se distinge uneori prin asemănarea ei uimitoare cu originalul.

Această particularitate a reprezentării umbrelor-de a realiza, în ciuda simplităţii contururilor, o mare asemănare cu originalul —a trezit interesul unor pictori care au început să picteze în această manieră scene întregi, peisaje ş.a. Treptat, desenarea siluetelor a creat o şcoală întreagă de pictori.

Este curioasă însăşi originea cuvântului „siluetă11: el a fost împrumutat de la numele de familie al ministrului francez de finanţe de la mijlocul secolului al XVIII-lea, E. De Silhoue- tte, care-i îndemna pe contemporanii săi risipitori la o economie raţională şi făcea reproşuri aristocraţiei franceze pentru cheltuielile nesăbuite pe tablouri şi portrete. Preţul scăzut al portretelor-siluete le-a dat ocazia glumeţilor să le numească portrete ă la Silhouette.

PUIUL ÎN OU

Puteţi folosi proprietăţile umbrei pentru a arăta prietenilor o glumă interesantă. Faceţi un ecran din hârtie im- pregnantă cu ulei; pentru aceasta este suficient să acoperim cu o astfel de hârtie o tăietură pătrată făcută dintr-o foaie de carton. În

spatele ecranului aşezaţi două lămpi; spectatorii vor sta în faţa lui de partea cealaltă. Aprindeţi una dintre lămpi, de exemplu pe cea din stânga.

Între lampa aprinsă şi ecran aşezaţi pe o sârmă o bucată ovală de carton şi atunci pe ecran va apărea, desigur, silueta unui ou (prima lampă deocamdată

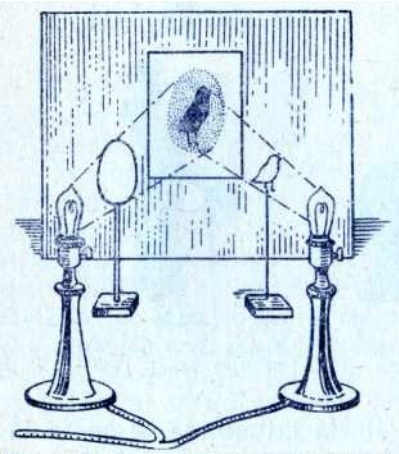


Figura 91—O „roentgenogramă" imaginară.

nu este aprinsă). Acum declaraţi musafirilor că veţi pune în funcţiune un „aparat Roentgen11 care va descoperi în interiorul oului... un pui! Şi, într-adevăr, după o clipă oaspeţii văd cum silueta oului se luminează parcă pe margini, iar în mijlocul lui apare destul de clar silueta unui pui (fig. 91).

Dezlegarea scamatoriei este simplă: aprindeţi lampa din dreapta, în calea razelor căreia este aşezat conturul de carton al unui pui. O parte din umbra ovală peste care se suprapune umbra „puiului" este luminată de lampa din dreapta, de aceea marginile „oului" sunt mai luminoase decât mijlocul. Spectatorii, care stau de partea cealaltă a ecranului şi nu bănuiesc nimic, îşi pot închipui – dacă nu posedă noţiuni de fizică şi de anatomie —că într-adevăr razele Roentgen au trecut prin oul de găină.

FOTOGRA FII-CARICATURĂ

Nu sunt mulţi cei care ştiu că aparatul fotografic poate fi construit şi fără obiectiv, folosindu-se în acest scop doar un mic orificiu circular. În acest caz, imaginile obţinute sunt

Figura 92 — Fotografia-caricatură obţinută cu ajutorul camerei cu fantă. Imaginea este lăţită.

Figura 93 — Fotografia - caricatură alungită vertical (realizată cu ajutorul camerei cu fantă)

mai puţin luminoase. O interesantă variantă a unei astfel de camere fără obiectiv este camera cu „fantă”, în care, în locul unui orificiu, există două fante ce se intersectează, în partea din faţă a camerei se plasează două plăci; una este prevăzută cu o pantă verticală, iar cealaltă cu o fantă orizontală. Dacă ambele plăci sunt atât de apropiate una de alta încât se ating, atunci imaginea obţinută este asemenea celei obţinute în camera cu orificiu, adică nedeformata. Cu totul altul este rezultatul obţinut în cazul când cele două plăci sunt aşezate la o distanţă oarecare una faţă de cealaltă (ele se fac în mod special mobile); atunci imaginea este deformată într-un mod caraghios (fig. 92 şi 93). Se obţine mai curând o caricatură decât o fotografie.

Cum se explică această deformaţie?

Să examinăm cazul când fanta orizontală se află în faţa celei verticale (fig. 94). Prin prima fantă C razele de la liniile verticale ale crucii de pe placa D vor trece ca printr-un orificiu simplu; fanta din spate nu schimbă de loc drumul acestor raze. Prin urmare, pe sticla mată A obţinem imaginea liniei verticale cu dimensiunile care corespund distanţei sticlei A de peretele C.

Cum se prezintă lucrurile cu imaginea liniei orizontale când fantele sunt aşezate în aceeaşi poziţie? Prin prima fantă (cea orizontală) razele trec liber, fără a se încrucişa, până când sosesc la fanta verticală B; prin această fantă razele trec ca printr-un orificiu şi dau pe sticla mată A imaginea cu dimensiunile corespunzătoare distanţei A de la cea de-a doua placă B.

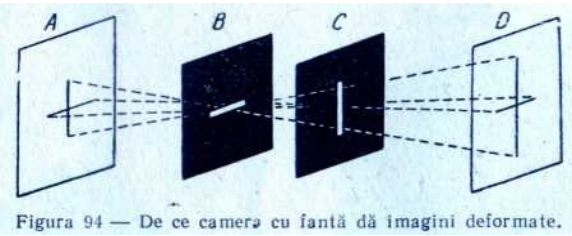



Figura 94 — De ce camera cu fantă dă imagini deformate.

Cu alte cuvinte, la o astfel de amplasare a fantelor, pentru liniile verticale nu există, parcă, decât fanta din faţă; pentru cele orizontale, dimpotrivă, doar cea din spate.

Deoarece fanta din faţă este mai depărtată de sticla mată decât de cea din spate, toate dimensiunile verticale se obţin pe sticla A mai mari decât cele orizontale: imaginea obţinută este lungită pe verticală.

Dacă aşezarea fantelor este inversă, atunci se obţin imagini lăţite pe orizontală (vezi fig. 92 şi 93).

Se înţelege că imaginile obţinute vor fi deformate în mod corespunzător dacă fantele vor fi aşezate oblic.

O astfel de cameră poate fi folosită nu numai pentru obţinerea caricaturilor. Ea este utilă şi pentru scopuri practice mai serioase, de exemplu pentru pregătirea unor variante de ornamente arhitecturale, desene pentru covoare, tapete etc. Şi, în general, pentru realizarea ornamentelor şi a dese-, nelor alungite sau scurtate într-o anumită direcţie.

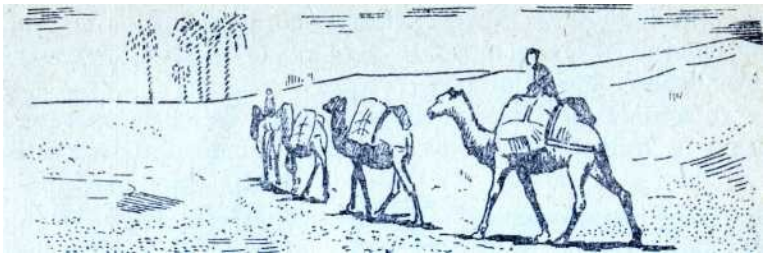
PROBLEMĂ DESPRE RĂSĂRITUL SOARELUI

Să presupunem că aţi observat răsăritul Soarelui exact la ora 5. Dar se ştie că lumina nu se propagă instantaneu: este necesar un timp oarecare pentru ca razele să poată ajunge de la sursa de lumină până la ochiul observatorului. De aceea se poate pune întrebarea: la ce oră aţi fi urmărit acelaşi răsărit de Soare dacă lumina s-ar fi propagat instantaneu?

Lumina parcurge distanţa de la Soare până la Pământ în 8 minute. S-ar părea că la propagarea instantanee a luminii răsăritul Soarelui ar fi fost văzut cu 8 minute mai devreme, adică la ora 4 şi 52 de minute.

Mulţi dintre dumneavoastră vor fi uimiţi auzind că acest răspuns nu este corect. Ss ştie doar că Soarele „răsare11 deoarece globul nostru pământesc îşi expune în spaţiul deja luminat noi puncte ale suprafeţei sale. De aceea, chiar dacă lumina s-ar propaga instantaneu, noi am observa răsăritul Soarelui în acelaşi moment ca la propagarea succesivă, adică la ora 51. Astfel decurg lucrurile dacă urmăriţi (în telescop) apariţia la marginea discului solar a unei protuberanţe oarecare; la o propagare instantanee a luminii, aţi fi observat-o cu 8 minute mai devreme.

1 Dacă ţinem însă seama de „refracţia atmosferică**, atunci rezultatul ar fi şi mai neaşteptat. Refracţia schimbă drumul razelor în aer şi astfel ne permite să vedem răsăritul Soarelui înaintea apariţiei sale geometrice deasupra orizontului. Dar la o propagare instantanee a luminii refracţia nu poate avea loc, pentru că ea este condiţionată de viteza diferită a luminii în medii diferite. Lipsa refracţiei are drept rezultat faptul că observatorul vede răsăritul Soarelui ceva mai t î r z i u decât în cazul propagării instantanee a luminii; această diferenţă, depinzând de latitudinea locului de observaţie, de temperatura aerului şi de alte condiţii, variază între 2 minute şi câteva zile (la latitudinile polare). Rezultă un paradox curios: la o propagare instantanee (adică infinit de rapidă) a luminii am observat răsăritul Soarelui mai târziu decât la cea neinstantanee! Analiza mai amănunţită a acestei probleme o găsiţi în volumul „Cunoaşteţi fizica?"



Capitolul 8

REFLEXIA ŞI REFRACŢIA LUMINII

A VEDEA PRIN PEREŢI

În ultimul deceniu al secolului trecut se vindea un aparat care purta denumirea pompoasă de aparat Roentgen. Îmi amintesc cât de contrariat am fost când, fiind încă elev de liceu, am luat pentru prima dată în mână acest obiect ciudat:

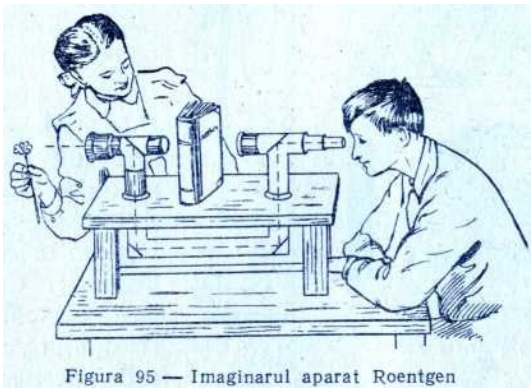


Figura 95 — Imaginarul aparat Roentgen

tubul permitea să vezi prin obiecte opace! Vedeam obiectele înconjurătoare nu numai prin hârtia groasă, dar şi prin oţelul cuţitului; opac chiar pentru adevăratele raze Roentgen! Secretul structurii acestei jucării simple vă va fi imediat dezvăluit dacă veţi privi figura 95, în care este reprezentat prototipul tubului descris. Patru oglinjoare înclinate sub un unghi de 45° reflectă razele de câteva ori, făcând, cum s-ar zice, ocolul obiectului opac.

În armată sunt folosite pe scară largă astfel de aparate. Stând în tranşee poţi urmări mişcările inamicului fără a-ţi înălţa capul deasupra nivelului pământului, deci fără a risca să atragi âsupra ta focul inamic, folosind un aparat numit periscop (fig. 96).

Cu cât este mai lung drumul razelor de lumină de la locul intrării lor în periscop şi până la ochiul observatorului, cu atât mai mic este câmpul vizual cuprins de aparat. Pentru a lărgi câmpul vizual se foloseşte un sistem de sticle optice. Dar sticlele absorb o parte din lumina care pătrunde în periscop; de aceea claritatea imaginiiobiectelor lasă de dorit. Cele spuse arată că înălţimea pe- . Riscopului este limitată; periscoape mai înalte dau un câmp vizual prea mic şi imagini neclare. Mai ales în zilele puţin senine.

Căpitanul submarinului urmăreşte un vas inamic cu ajutorul periscopului: un tub lung al cărui capăt se înalţă deasupra apei. Aceste periscoape sunt mult mai complexe de-

Figura 96 — Periscopul

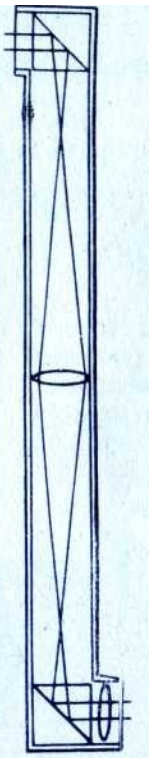


Figura 97—Schema periscopului unui subarin

cât cele terestre, dar principiul lor este acelaşi; razele se reflectă de la oglinda (sau prisma) fixată în partea de sus a periscopului, trec de-a lungul tubului, se reflectă în partea lui de jos şi ajung la ochiul observatorului (fig. 97).

CAPUL „RETEZAT1’ VORBEŞTE

Această „minune” a fost de multe ori arătată în „muzeele” şi „panopticumurile” din provincie. Pe cei neiniţiaţi ea îi lasă cu gura căscată: în faţa lor este o măsuţă cu o farfurie... un cap omenesc viu, care-şi roteşte ochii, vorbeşte, mănâncă! Sub masă corpul nu ar putea fi ascuns. Deşi nu vă puteţi apropia de masă – de ea vă desparte o barieră – vedeţi clar că sub ea nu este nimic.

Când veţi fi martorul unei astfel de „minuni”, încercaţi să aruncaţi în golul de sub măsuţă o bucată de hârtie mototolită. Secretul va fi imediat dezvăluit: hârtia va fi trimisă înapoi de... Oglindă! Chiar dacă ea nu se va lovi de oglindă, îi veţi descoperi totuşi existenţa, pentru că va reflecta ghemul de hârtie (fig. 98).

Este suficient să se aşeze câte o oglindă între picioarele mesei, ca spaţiul de sub ea să pară de departe gol (bineînţeles cu condiţia ca în oglindă să nu se reflecte obiectele din încăpere sau publicul), Iată de ce camera trebuie să fie goală, pereţii

absolut identici, podeaua vopsită uniform, fără modele, iar publicul trebuie să fie la o distanţă suficient de mare.

Secretul este caraghios de simplu, dar înainte de a afla în ce constă el te pierzi pur şi simplu în supoziţii.

Uneori această „minune” este montată cu mai mult efect. Vi se arată întâi o măsuţă goală; nici pe ea şi nici sub ea nu este nimic. Apoi se aduce din culise o ladă închisă, în care se păstrează, cică, „capul viu fără corp” (de fapt lada

Figura 98 — Secretul capului „retezat"

este goală). Această ladă se aşază pe masă, se dă deoparte peretele ei din faţă şi în faţa spectatorilor uimiţi apare un cap omenesc vorbitor. Cititorul a înţeles, desigur, că în planşeta mesei există o parte mobilă care închide deschizătura pe unde omul care stă sub masă, în spatele oglinzilor, îşi scoate capul atunci când pe masă se aşază o ladă goală fără fund. Aranjamentul „minunii” poate diferi, dar nu intenţionăm să enumerăm aici toate variantele; văzându-le cititorul le va descifra singur.

ÎN FAŢĂ SAU ÎN SPATE?

Există multe obiecte de uz casnic pe care oamenii nu ştiu să le folosească corect. Am arătat mai înainte că unii nu ştiu să folosească gheaţa pentru răcire: aşază lichidele care urmează a fi răcite pe gheaţă. Se constată de asemenea că nu toţi ştiu să folosească o oglindă obişnuită. Mulţi sunt cei care, dorind să se vadă mai bine în oglindă, aşază sursa de lumină în s p a t e 1 e lor pentru „a-şi lumina imaginea”, în loc de a se lumina pe ei înşişi. Multe femei procedează astfel. Suntem siguri că cititoarele noastre aşază lampa î n faţa lor.

OGLINDA POATE FI VĂZUTĂ?

Iată încă o demonstraţie a faptului că oglinda obişnuită nu este destul de bine cunoscută: la întrebarea din titlul acestui paragraf, majoritatea răspund incorect, deşi se privesc zilnic în oglindă.

Cei convinşi de faptul că oglinda poate fi văzută, se în- şală. O oglindă bună şi limpede este invizibilă. Pot fi văzute cadrul oglinzii, marginile ei, obiectele care se reflectă în ea, dar însăşi oglinda, dacă ea este curată, nu poate fi văzută.

Orice suprafaţă reflectantă, spre deosebire de cea difuzantă, este vizibilă prin ea însăşi (se numeşte „difuzantă“ acea suprafaţă care împrăştie razele de lumină în

toate direcţiile; în viaţa de toate zilele numim suprafeţele reflectante lucii, iar pe cele difuzante mate).

Toate scamatoriile, trucurile, iluziile bazate pe folosirea oglinzilor, chiar experienţa cu capul, descrisă mai sus, se bazează tocmai pe faptul că însăşi oglinda este invizibilă, vizibile fiind1 doar obiectele care se reflectă în ea.

PE CINE VEDEM PRIVIND ÎN OGLINDĂ?

„Desigur că ne vedem pe noi înşine – vor răspunde mulţi – imaginea noastră în oglindă, adică copia noastră, asemănătoare cu noi în toate amănuntele.“

N-aţi vrea totuşi, să vă convingeţi de această asemănare? Pe obrazul drept aveţi un mic neg, iar obrazul drept al imaginii dumneavoastră este neted, având în schimb un neg pe obrazul stâng, pe care nu aveţi nimic.

Aveţi cărarea în stânga, iar alter-ego dumneavoastră o are în dreapta.

Sprânceana dreaptă vă este aşezată mai sus şi este mai deasă decât cea din stânga, copia din oglindă având aceeaşi sprânceană aşezată mai jos şi mai rară decât stânga. Purtaţi ceasul în buzunarul din dreapta, iar blocnotesul în cel din stânga; imaginea din oglindă are obiceiuri exact opuse. Dar observaţi şi cadranul ceasului! Niciodată nu aţi avut un astfel de ceas: cifrele sunt scrise şi aşezate într-un mod neobişnuit; de exemplu cifra opt este reprezentată aşa cum nu o reprezintă nimeni —

IIX şi este aşezată în locul cifrei XII; cifra douăsprezece nu o avem de loc; după şase urmează cinci ş.a.m.d.;

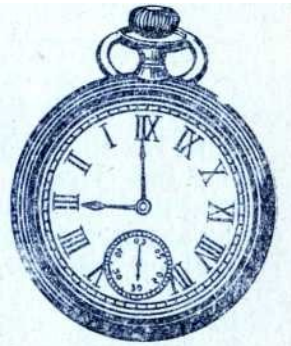


Figura 99 — Acesta este ceasul imaginii dumneavoastră din oglindă.

afară de aceasta, sensul de deplasare a acelor de ceasornic ale imaginii dumneavoastră este invers.

În sfârşit, dublura dumneavoastră din oglindă are şi un defect fizic, pe care bănuim că nu-l aveţi: este stângaci. Imaginea scrie, coase, mănâncă cu mâna stângă şi, dacă îi veţi întinde mâna dreaptă, ea o va întinde pe-cea stângă.

Nu este uşor de stabilit dacă imaginea dumneavoastră ştie sau nu ştie să scrie şi să citească. Veţi citi însă doar cu multă greutate rândurile cărţii pe care o ţine în mână sau cuvintele scrise de mâna neiscusită a stângaciului din oglindă.

Iată omul care are pretenţia de a vă fi copia fidelă! Şi iată că-l consultaţi pentru a vă da seama despre înfăţişarea dumneavoastră...

Să vorbim serios: dacă, privind în oglindă, vă imaginaţi că vă vedeţi pe voi înşivă, atunci vă înşelaţi. La majoritatea • oamenilor, faţa, corpul şi îmbrăcămintea nu sunt strict simetrice (deşi, de obicei, nu observăm acest lucru): jumătatea dreaptă nu este perfect identică cu cea stângă. În oglindă toate particularităţile părţii drepte i se transferă celei stângi şi invers, astfel încât vă apare în faţă o figură care adesea produce o cu totul altă impresie decât a noastră.

DESENUL ÎN FAŢA OGLINZII

Lipsa identităţii' dintre imaginea din oglindă şi original apare şi mai evidentă dacă efectuăm următoarea experienţă.

Aşezaţi-vă în faţa unei oglinzi plasate în poziţie verticală pe masă, puneţi în faţa ei o foaie de hârtie şi încercaţi să desenaţi pe ea o figură oarecare, de exemplu un dreptunghi cu diagonale. Dar nu vă uitaţi direct la mâna dumneavoastră; urmăriţi-i doar mişcările reflectate în oglindă.

Vă veţi convinge de faptul că o astfel de problemă, aparent atât de uşoară, este aproape irealizabilă. De-a lungul a mulţi ani impresiile noastre vizuale şi senzaţiile motoare au venit într-o oarecare concordanţă. Oglinda vine s-o tulbure, pentru că ne arată mişcările mâinii într-un mod diferit. Vechile obişnuinţe vor protesta împotriva oricărei miş- cări a dumneavoastră: vreţi să trasaţi o linie spre dreapta, iar mâna se mişcă spre stânga etc.

Greutăţi şi mai mari veţi întâmpina dacă în locul unui desen simplu veţi încerca să desenaţi în faţa oglinzii figuri mai complexe sau veţi încerca să scrieţi ceva privind rândurile din oglindă: ce încurcătură comică!

Acele trăsături pe care le obţinem pe hâr- tia sugativă sunt de asemenea imagini simetrice în oglindă.

Examinaţi inscripţiile de pe hârtia dumneavoastră şi încercaţi să le citiţi. Nu veţi reuşi să descifraţi niciun cuvânt, nici chiar pe cel care pare a fi scris cât se poate de clar: literele au o înclinare spre stânga şi, mai ales, succesiunea liniilor nu este cea cu care sunteţi obişnuiţi. Dar îndată ce aşezaţi pe hârtie o oglindă plasată, în unghi drept veţi vedea în ea literele scrise aşa cum sunteţi obişnuiţi a le vedea. Oglinda dă imaginea simetrică a ceea ce este, la rândul său, imaginea simetrică a scrierii obişnuite.

O GRABĂ BINE CALCELATĂ

Ştim că în mediul omogen lumina se propagă rectiliniu, adică pe drumul cel mai scurt. Dar lumina alege drumul cel mai scurt chiar dacă nu merge direct de la un punct la altul, ci-l atinge pe acesta numai după ce s-a reflectat de pe o oglindă.

Figura 100 — Desenul în faţa oglinzii.

Să-i urmărim drumul. Notăm cu litera A (fig. 101) sursa de lumină, linia MN oglinda, iar linia ABC drumul razei de la luminare până la ochiul C. Dreapta KB este perpendiculară pe MN.

După legile opticii, unghiul de reflexie 2 este egal cu un-; ghiul de incidenţă 1. Cunoscând acest lucru, este uşor de demon- | strat că din toate drumurile posibile de la A la C, cu condiţia ca să fie atinsă oglinda MN,

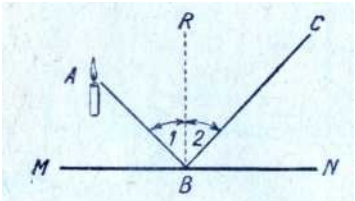



Figura 101 — Unghiul de reflexie 2 este egal cu unghiul de incidenţă 1.

drumul ABC este cel mai scurt. Pentru aceasta comparăm drumul razei ABC cu un oarecare alt drum, de exemplu cu ADC (fig. 102). Coborâm perpendiculara AE din punctul A pe MN şi o prelungim până la intersecţia cu prelungirea razei BC în punctul F. Unim de asemenea punctul F cu D. Ne convingem înainte de toate de faptul că dreptunghiurile ABE şi EBF sunt egale. Ele sunt triunghiuri dreptunghice şi au cateta EB comună; afară de aceasta, unghiurile EFB şi EAB sunt egale între ele, pentru că sunt, respectiv, egale cu unghiurile 2 şi 1. Prin urmare AE = EF. De aici decurge egalitatea celor două catete ale triunghiurilor dreptunghice AED şi EDF şi, prin urmare, egalitatea dintre AD şi DF.

De aceea putem înlocui calea ABC cu calea egală CBF (pentru că AB = FB), iar ADC cu CDF. Comparând între ele lungimile CBF şi CDF, vedem că linia dreaptă CBF este mai scurtă decât linia frântă CDF. De aici rezultă că drumul ABC este mai scurt decât ADC, ceea ce şi era de demonstrat!

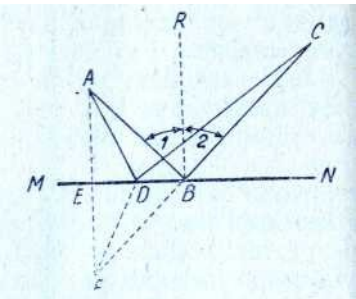


Figura 102 — Reflectîndu-se, lumina alege drumul cel mai scurt.

Oriunde s-ar afla punctul D, drumul ABC va fi totdeauna mai scurt decât drumul ADC dacă unghiul de reflexie este egal cu cel de incidenţă. Prin urmare, lumina alege într-adevăr calea cea mai scurtă şi mai rapidă dintre sursa de lumină, oglindă şi ochi. Acest lucru a fost remarcat încă de Heron din Alexandria, renumitul matematician şi fizician din secolul al II-lea.

ZBORUL CIORII

Priceperea de a găsi drumul cel mai scurt în cazurile asemănătoare celui de mai sus poate servi şi pentru rezolvarea unor pro—

bleme distractive. Iată un exemplu de astfel de problemă.

Pe ramura unui copac stă o cioară. Jos în curte sunt risipite nişte grăunţe.

Cioara coboară din pom, a- pucă un grăunte şi se aşază pe gard. Se pune întrebarea: de unde anume trebuie să culeagă grăuntele pentru ca drumul străbătut de ea să fie cel mai scurt (fig. 103)?

Această problemă este perfect identică cu cea pe care am examinat-o mai sus. De aceea nu este greu să dăm un răspuns corect: cioara trebuie să imite raza de lumină, adică să zboare astfel încât unghiul 1 să fie egal cu unghiul 2 (fig. 104). Am văzut deja că în astfel de cazuri drumul este cel mai scurt.

Figura 103 — Problema despre cioară. Să se găsească drumul cel mai scurt pînă la gard.

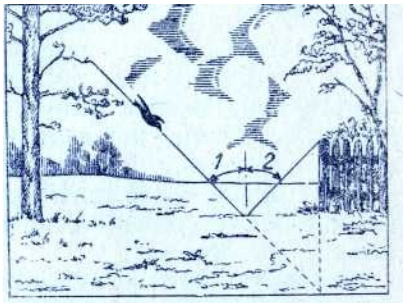


Figura 104 — Soluţia problemei despre cioară.

VECHIUL ŞI NOUL DESPRE CALEIDOSCOP

Este bine cunoscută jucăria care poartă denumirea de caleidoscop: un pumn de cioburi colorate se reflectă de la două sau trei oglinzi plane constituind nişte figuri deosebit de frumoase, care se schimbă mereu la cea mai mică mişcare a caleidoscopului. Deşi caleidoscopul este destul de bine cunoscut, sunt puţini cei care-şi dau seama ce număr imens de diverse figuri poate fi obţinut cu ajutorul lui. Să presupunem că aveţi în mână un caleidoscop cu 20 de bucăţele de sticlă colorată şi-l rotiţi de zece ori pe minut pentru a obţine o nouă poziţie a sticlelor. Cât timp v-ar trebui oare pentru a putea vedea toate figurile ce se pot obţine?

Nici chiar imaginaţia cea mai bogată nu va putea prevedea răspunsul corect la această întrebare. Vor seca oceanele şi vor fi distruse de eroziuni lanţurile de munţi înainte de a fi epuizate toate figurile închise în mod miraculos în spaţiql restrâns al jucăriei dumneavoastră, pentru că, pentru completa lor epuizare, v-ar trebui cel puţin 500 000 de milioane de ani. Caleidoscopul nostru ar trebui rotit peste cinci sute de milioane de milenii pentru a-i putea vedea toate combinaţiile de desene!

Desenele infinit de variate, în continuă schimbare, ale caleidoscopului îi interesează de multă vreme pe pictorii decoratori, a căror fantezie nu poate concura cu inventivitatea inepuizabilă a acestui dispozitiv. Caleidoscopul creează uneori desene de o neasemuită frumuseţe, care pot servi ca model pentru ornamentarea tapetelor, pentru realizarea imprimeurilor pe diferite ţesături etc.

Dar, în publicul larg, caleidoscopul nu mai trezeşte interesul viu cu care a fost primit în urmă cu vreo sută de ani, când mai prezenta încă o noutate. El a fost cântat în proză şi în versuri.

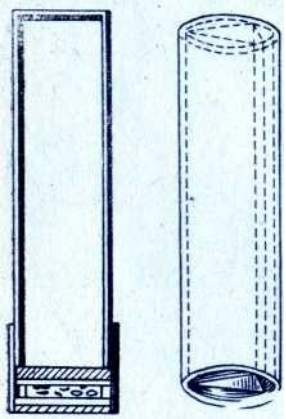


Figura 105 — Caleidoscop.

Caleidoscopul a fost inventat în Anglia în 1816 şi doar după aproximativ un an şi jumătate a pătruns în Rusia „unde a fost primit cu admiraţie. Fabulistul A. Izmailov scria în revista „Blagonamerennâi" (iulie 1818) despre caleidoscop următoarele:

„Citind anunţul despre caleidoscop, iau în mână acest instrument minunat

Privesc, şi-n ochii mei.

În diferite forme, se-nmănunche În stele graţioase: safire,

Rubine şi topaze,

Şi diamante, şi smaralde,

Şi perle, şi-ametiste,

Şi sideful roz.

Printr-o mişcare doar Noi forme se-nfiripă 1

Ceea ce vezi în caleidoscop nu se poate descrie nici în proză şi nici în versuri. Figurile se schimbă la fiecare mişcare a mâinii şi niciuna nu se aseamănă cu alta. Ce desene fermecătoare! Ah! dacă ele ar putea fi brodate pe canava! Dar unde poţi găsi astfel de mătăsuri splendid colorate? Iată ocupaţia cea mai plăcută care te lecuieşte de plictiseală şi de trândăvie. Este mult mai bine să priveşti în caleidoscop decât să faci grande patience.

Se spune că caleidoscopul era cunoscut încă din secolul al XVII-lea. El a fost de curând redescoperit şi perfecţionat în Anglia, de unde acum vreo două luni a pătruns în Franţa. Unul dintre bogătaşii de acolo şi-a comandat un caleidoscop în valoare de 20 000 de franci. El a dispus ca în locul sticlelor colorate şi al mărgelelor să fie folosite perle şi pietre preţioase".

Mai departe fabulistul povesteşte o anecdotă nostimă despre caleidoscop şi, în sfârşit, îşi încheie articolul cu o observaţie melancolică foarte caracteristică pentru epoca iobă- giei şi a rămânerii în urmă:

„Fizicianul mecanician imperial Rospini, cunoscut prin excelentele sale instrumente optice, construieşte şi vinde caleidoscoape cu 20 de ruble bucata. Este neîndoielnic faptul că ele vor avea mult mai mult succes decât lecţiile lui de fizică şi de chimie, care, spre regretul şi uimirea noastră, nu i-au adus niciun fel de avantaje bine intenţionatului domn Rospini”.

Mult timp caleidoscopul a rămas doar o jucărie nostimă şi numai în zilele noastre el a început să fie folosit în practică pentru schiţarea diferitelor ornamente. A fost inventat un aparat cu care pot fi fotografiate figurile caleidoscopului, creându-se astfel o posibilitate mecanică de realizare a ornamentelor.

PALATELE CE ILUZII ŞI MIRAJE

Ce am simţi noi dacă, reduşi până la dimensiunile unui ciob de sticlă, ne-am trezi în interiorul unui caleidoscop? Există o posibilitate de a efectua realmente o astfel de experienţă. În 1900 vizitatorii Expoziţiei internaţionale de la Paris au avut această posibilitate; la această expoziţie, de un succes deosebit s-a bucurat aşa-numitul „Palat al iluziilor”, un fel de caleidoscop imobil. Imaginaţi-vă o sală exagonală în care toţi pereţii sunt formaţi din oglinzi perfect şlefuitei în colţurile sălii erau plasate nişte ornamente arhitecturale sub formă de coloane şi cornişe, care se contopeau cp ornamentele tavanului. Vizitatorul unei astfel de săli se simţea rătăcit într-o mulţime de oameni care-i semănau, într-o amfiladă nesfârşităde săli şi coloane care-î înconjurau din toate părţile şi se întindeau cât vedeai cu ochii.

Sălile haşurate orizontal în figura 106 se obţin în urma primei reflexii; în urma dublei reflexii se obţin imaginile haşurate perpendicular pe primele, adică încă 12 săli. Reflexia triplă mai adaugă încă 18 săli (haşurarea oblică); sălile se înmulţesc la fiecare reflexie şi numărul lor total depinde de perfecţiunea şlefuirii şi de faptul dacă oglinzile opuse din sala prismatică sunt sau nu

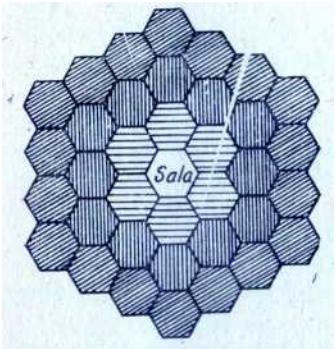


Figura 106 — Reflexia triplă a pereţilor sălii centrale dă 36 de săli.

suficient de paralele. Practic puteau fi distinse şi sălile obţinute din rezultatul celei de a 12-a reflexii, adică orizontul vizibil cuprindea 468 de săli.

Explicaţia „minunii11 este clară pentru oricine care cunoaşte legile reflexiei luminii: avem aici trei perechi de oglinzi paralele şi zece perechi de oglinzi aşezate sub un unghi unele faţă de celelalte; prin urmare, nu este de mirare faptul că ele dau attt de multe imagini. Sunt şi mai interesante efectele optice care au fost atinse la

expoziţia de la Paris în aşa-numitul „Palat al mirajelor". Organizatorii acestui „palat" au adăugat la şiragul ne- sfârşit al imaginilor şi schimbarea rapidă a întregului tablou. Ei au construit un fel de caleidoscop m o- b i 1 de dimensiuni uriaşe, în interiorul căruia se aflau spectatorii.

În acest „Palat al mirajelor”, schimbarea de decor se realiza în

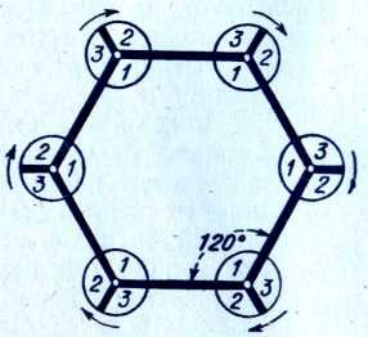


Figura 107.

modul următor: pereţii de oglindă erau tăiaţi pe verticală la o oarecare distanţă de muchia lor şi colţul astfel detaşat

Figura 108 — Secretul „Palatului mirajelor".

se putea roti în jurul axei, fiind înlocuit cu altul. Din figura 107 se vede că se pot face trei înlocuiri, corespunzătoare unghiurilor 1,2 şi 3. Imaginaţi-vă acum că toate unghiurile notate cu cifra 1 reprezintă o pădure tropicală, toate unghiurile 2 aspecte dintr-o sală arabă, iar 3 dintr-un templu iralian. Printr-o simplă mişcare a unui mecanism mascat, care roteşte colţurile sălii, pădurea tropicală se transformă într-un templu sau într-o sală arabă. Întregul secret al „minunii” se bazează pe un fenomen fizic atât de simplu ca reflexia razelor de lumină.

DE CE ŞI CUM SE REFRACTĂ LUMINA

Faptul că la trecerea luminii dintr-un mediu într-altul raza ei se refractă, multora le apare ca un capriciu straniu al naturii. Pare de neînţeles de ce lumina nu-şi păstrează direcţia iniţială şi într-un mediu nou, ci preferă să-şi aleagă un drum frânt. Cine gândeşte în felul acesta va afla, probabil, cu satisfacţie că, în esenţă, cu raza de lumină se întâmplă acelaşi lucru care se petrece cu o coloană de ostaşi care trece peste graniţa dintre un teren comod pentru marşuri şi unul incomod. Iată ce spune despre aceasta un cunoscut astronom şi fizician din secolul trecut.

„Imaginaţi-vă un detaşament de ostaşi care mărşăluieşte pe un teren împărţit printr-o graniţă dreaptă în două zone: una din ele este netedă şi comodă pentru mers, iar cealaltă este accidentată, incomodă pentru un marş rapid. În afară de aceasta, să mai presupunem că frontul detaşamentului formează un unghi cu linia de demarcaţie dintre cele două zone, astfel încât nu toţi ostaşii o ating în acelaşi moment, ci succesiv unul după altul. Pă

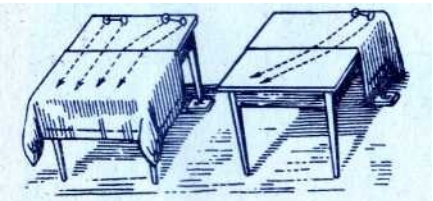


Figura 109 — Experienţa care explică refracţia luminii.

şind peste această graniţă fiecare soldat se va trezi pe un teren pe care nu se mai poate deplasa tot atât de repede ca până atunci. El nu se mai poate menţine pe aceeaşi linie cu restul frontului aflat încă pe terenul cel bun şi va rămâne cu fiecare secundă tot mai mult în urmă. Deoarece, atingând graniţa, fiecare din ostaşi întâmpină aceleaşi greutăţi, în cazul că ostaşii nu se vor risipi, ci vor căuta să mărşăluiască păstrând rândurile, acea parte a coloanei care a depăşit graniţa va rămâne inevitabil în urma celeilalte părţi, formând cu aceasta un unghi obtuz la punctul de intersectare a graniţei. Şi deoarece necesitatea de a merge în acelaşi pas pentru a nu sta în drumul celorlalţi îl va sili pe fiecare ostaş să păşească drept în faţa sa sub un unghi drept faţă de noul front, drumul pe care-l va parcurge la trecerea graniţei va fi, în primul rând, perpendicular pe noul front, iar în al doilea rând se va raporta la drumul care ar fi fost parcurs în cazul când ar fi lipsit încetinirea ca şi noua viteză la cea de dinainte".

Această imagine a modului cum se reflectă lumina o puteţi reproduce în mic la dumneavoastră pe masă. După ce acoperiţi pe jumătate masa cu o faţă de masă

(fig. 109) şi o înclinaţi puţin, faceţi să se rostogolească pe ea o pereche de rotiţe bine fixate pe un acelaşi ax (de la o locomotivă sau altă jucărie de copil). Dacă direcţia de deplasare a roţilor formează un unghi drept cu marginea feţei de masă, atunci nu va avea loc nicio deviere a drumului parcurs. În acest caz aveţi o ilustrare a următoarei reguli optice: raza perpendiculară pe planul de separare a mediilor nu se refractă. Când direcţia este înclinată pe marginea feţei de masă, atunci drumul rotiţelor se frânge pe această margine, adică la graniţa dintre mediile cu viteza de mişcare diferită. Este uşor de observat că, la trecerea din acea parte a mesei unde viteza de mişcare este mai mare (partea neacoperită) în acea parte unde viteza este mai mică (faţa de masă), direcţia de deplasare („raza”) se apropie de perpendiculara de incidenţă. În cazul contrar se observă depărtarea de la această perpendiculară.

Din această experienţă se poate de altfel desprinde o indicaţie importantă care dezvăluie esenţa fenomenului analizat, şi anume că refracţia este condiţionată de diferenţa de viteză a luminii în vele două medii. Cu cât este mai mare diferenţa de viteză/cu atât este mai mare refracţia; aşa-nu- mitul „indice de refracţie” care caracterizează mărimea de refracţie a razelor nu este altceva decât raportul dintre aceste viteze. Când citiţi că la trecerea din aer în apă indicele de refracţie este 4/3, aflaţi cu această ocazie că lumina se deplasează în aer de aproximativ 1/3 ori mai repede decât în apă.

În legătură cu aceasta mai există încă o particularitate interesantă a propagării luminii. Dacă în cazul reflexiei raza de lumină caută drumul cel mai scurt, în cazul refracţiei ea alege drumul cel mai rapid; nicio altă direcţie de deplasare nu poate face ca raza să ajungă la „punctul de destinaţie” mai repede decât această cale frântă.

## CÂND ESTE PARCURS UN DRUM LUNG MAI REPEDE DECÂT UNUL SCURT?

Oare este posibil ca un drum frânt să ducă la ţintă mai repede decât unul drept? Da, acest lucru este posibil atunci când viteza de deplasare în diferitele zone ale drumului este diferită. Amintiţi-vă cum sunt nevoiţi să procedeze locuitorii satului situat între două gări în apropierea uneia dintre ele. Pentru a ajunge mai repede în staţia vecină ei merg întâi în direcţia inversă spre staţia cea mai apropiată, luând apoi trenul spre locul de destinaţie. Desigur că drumul direct spre staţia vecină ar fi mai scurt; ei preferă însă să-şi lungească drumul, ducându-se pe jos sau cu căruţa la gara vecină şi luând apoi trenul, pentru că astfel a- jung la ţintă mai repede.

Să acordăm o clipă de atenţie încă unui exemplu. Un cavalerist trebuie să plece cu un mesaj din punctul A şi să-l ducă la cortul comandantului în punctul C (fig. 110). De cort îl separă o zonă de nisip

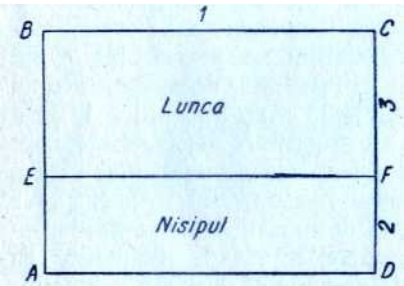


Figura 110 — Istoria cavaleristului. De găsit drumul cel mai scurt între *A* şi *C*.

aşezat în strat gros şi o zonă de luncă, separate între ele prin linia dreaptă EF. Prin nisip calul aleargă de două ori mai încet decât prin luncă. Deci ce drum trebuie să aleagă cavaleristul pentru a ajunge la cort în timpul cel mai scurt?

La prima vedere s-ar părea că drumul cel mai rapid ar fi de-a lungul liniei drepte care leagă A de C. Dar această concluzie este complet greşită şi nu cred că ar exista vreun cavalerist care să aleagă acest drum. Deplasarea înceată prin nisip îl va face să încerce să scurteze cât mai mult această parte mai grea a drumului, traversând zona de teren nisipos de-a lungul unei linii mai puţin oblice; desigur că în felul acesta se va lungi cea de-a doua parte a drumului, cea prin luncă; deoarece prin luncă el se poate deplasa de două ori mai repede, înseamnă că lungimea drumului nu va depăşi avantajul obţinut şi, în rezultat, drumul va fi parcurs într-un interval de timp mai scurt. Cu alte cuvinte, drumul cavaleristului trebuie să se f r î n g ă la graniţa dintre cele două feluri de teren, şi aceasta astfel încât drumul prin luncă să formeze cu perpendiculara la graniţă un unghi mai mare decât drumul prin zona de nisip.

Cine cunoaşte geometria, şi anume teorema lui Pitagora, acela poate verifica că într-adevăr drumul drept AC nu este cel mai rapid şi că, având dimensiunile alese pentru zonele şi distanţele din exemplul nostru, ţinta poate fi atinsă urmând de exemplu linia frântă AEC (fig. 111).

În figura 110 se arată că lăţimea zonei nisipoase este de 2 km, iar a celei de luncă de 3 km, iar distanţa BC de 7 km. Atunci întreaga lungime AC (fig. 111) este egală, conform teoremei lui Pitagora, cu]/52 + 72 = f74 = 8,60 km. După cum ne dăm seama cu uşurinţă, partea de drum AN, care traversează terenul nisipos, formează 2/5 din această mărime, adică 3,44 km. Deoarece prin nisip calul aleargă de două ori mai încet decât prin luncă, înseamnă că aceşti 3,44 km sunt parcurşi în acelaşi interval de timp care este necesar pentru a parcurge 6,88 km prin luncă. Prin urmare, întregul drum de-a lungul dreptei AC, egal cu 8,60 km, echivalează cu 12,04 km prin luncă.

Facem acum aceeaşi „reducere la luncă“ şi pentru drumul frânt AEC. ParteaAF = 2 knrei corespunde cu 4 km de drum prin luncă. Partea AC – V32 + 72 = ^58 = 7,6 km. Deci întregul drum frânt AEC corespunde cu 4 -f 7,6 =11,6 km.

Deci drumul drept „scurt” corespunde la 12,04 km prin

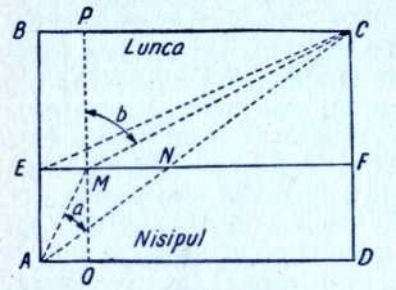


Figura 111 — Soluția problemei cavaleristului. Drumul cel mai scurt este $AMC$.

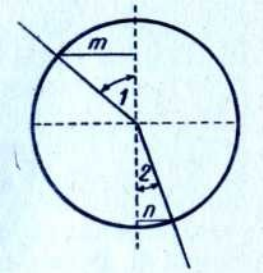


Figura 112 — Ce este „sinusul"? Raportul dintre $m$ și rază este sinusul unghiului 1; raportul dintre $n$ și rază este sinusul unghiului 2.

luncă, iar cel „lung“, frânt, doar la 11,6 km. După cum vedeţi, drumul „lung” dă un câştig de 12,0— 11,6 = 0,4km, adică de aproape o jumătate de km. Dar nu am găsit încă drumul cel mai rapid.

După cum ne învaţă teoria, drumul cel mai rapid va fi acela pentru care (aici suntem nevoiţi să apelăm la trigonometrie) sinusul unghiului b se raportează la sinusul unghiului a după cum viteza prin luncă se raportează la viteza prin nisip, adică 2:1. Cu alte cuvinte, direcţia trebuie să fie astfel aleasă, încât sân b să fie de două ori mai mare decât sân a. Pentru aceasta graniţa trebuie să fie atinsă într-un punct M care se află la un kilometru de E. Într-adevăr, în acest caz

$$\sin b = \frac{6}{\sqrt{3^2+6^2}}, \text{ iar } \sin a = \frac{1}{\sqrt{1^2+2^2}},$$

raportul

$$\frac{\sin b}{\sin a} = \frac{6}{\sqrt{45}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{6}{3\sqrt{5}} : \frac{1}{\sqrt{5}} = 2$$

adică exact raportul vitezelor.

Care va fi în această situaţie lungimea „redusă la luncă” a drumului? Calculăm AM = j’22 + l2, ceea ce corespunde cu 4,47 km prin luncă. ME = j/32 + 62 = 6,49 km. Lungimea întregului drum este 4,47 + 6,49 = 10,96, adică cu 1,08 km mai scurt decât drumul rectiliniu, care, după cum ştim, corespunde cu 12,04 km.

Vedeţi acum ce avantaje prezintă în astfel de situaţii un drum frânt. Raza de lumină alege şi ea drumul cel mai scurt, pentru că legea refracţiei luminii satisface cu stricteţe cerinţele de soluţionare matematică a problemei:, sinusul unghiului de

refracţie se raportează la sinusul unghiului de incidenţă, aşa cum se raportează viteza luminii în mediul cel nou la viteza luminii în mediul pe care-l părăseşte; pe de altă parte, acest raport este egal cu indicele de refracţie a luminii în, aceste medii.

Îmbinând într-o singură regulă particularităţile reflexiei şi cele ale refracţiei, putem spune că în toate cazurile raza de lumină parcurge drumul cel mai rapid, adică urmează regula pe care fizicienii o numesc „principiul acţiunii minime” (principiul lui Fermat).

Dacă mediul este neomogen şi capacitatea lui de refracţie variază treptat, cum se întâmplă, de exemplu, în atmosfera noastră, atunci şi în acest caz se realizează sosirea cea mai rapidă. Prin aceasta se explică acea deviere uşoară în atmosferă a razelor aştrilor cereşti, pe care astronomii o numesc „refracţie atmosferică”. În atmosfera care devine treptat mai densă cu cât se apropie de suprafaţa Pământului, raza de lumină deviază astfel încât cavitatea ei este îndreptată spre Pământ. Atunci raza rămâne mai multă vreme în straturile superioare, în care drumul ei este mai puţin încetinit şi petrece mai puţin timp în straturile inferioare „încetinitoare”; în final, ea soseşte la ţintă mai repede decât dacă ar parcurge un drum strict rectiliniu.

Principiul acţiunii minime (principiul lui Fermat) este valabil nu numai pentru fenomenele luminoase: el este valabil şi pentru propagarea sunetului, precum şi, în general, pentru toate mişcările ondulatorii, oricare ar fi natura acestor unde.

Desigur că cititorul ar dori să afle cum se explică această proprietate a mişcărilor ondulatofii. De aceea citez aici consideraţiile expuse de cunoscutul fizician contemporan Schrodinger El porneşte de la acelaşi exemplu al ostaşilor în marş dat mai sus şi are în vedere cazul de deplasare a razei luminoase într-un mediu cu densitate variabilă.

„Presupunem —scrie el —că, pentru a păstra regularitatea strictă a frontului, ostaşii se ţin cu toţii de o prăjină lungă. Comanda glăsuieşte: să alerge cu toţii cât se poate de repede! Dacă caracterul terenului variază încet de la un punct la altul, atunci, să zicem, întâi aripa dreaptă, iar apoi mai târziu cea stângă a frontului se va deplasa mai repede şi o rotire a frontului va avea loc de la sine. Vom observa totodată că drumul parcurs nu este rectiliniu, ci curbiliniu. Faptul că acest drum coincide strict cu drumul cel mai scurt din punct de vedere al timpului de sosire în punctul dat este uşor de înţeles, pentru că fiecare dintre ostaşi s-a deplasat cât a putut de repede.”

NOII ROBINSONI

Cred că nu aţi uitat cum eroii lui Jules Verne din romanul Insula misterioasă, nimerind pe o insulă nelocuită, au reuşit să obţină foc fără chibrituri şi fără cremene. Robinson a folosit fulgerul care aprinsese un copac, iar noii Robinsoni ai lui Jules Verne nu au mai fost ajutaţi de o simplă întâm- plare, ci de spiritul inventiv al unui inginer instruit şi de cunoaşterea profundă de către acesta a legilor fizicii. Vă amintiţi cum s-a mirat naivul marinar când, întorcându-se de la vânătoare, i-a găsit pe inginer şi pe jurnalist în faţa unui foc care înveselea totul în jur.

„—Dar cine a aprins focul? întrebă Pencroff.

— Soarele.

Gedeon Spilett spunea adevărat. Soarele le dăruise căldura de care se minuna atât de mult Pencroff. Marinarului nu-i venea să-şi creadă ochilor şi era atât de uimit, încât nici nu-i trecea prin minte să pună întrebări inginerului.

1 Aceste consideraţii au {ost expuse în referatul prezentat la Stoch- holm la decernarea Premiului Nobel (anul 1933).

— Aţi avut o lentilă, domnule Smith? întrebă Herbert pe Cyrus Smith.

— Nu, copilul meu, răspunse acesta, dar mi-am făcut una.

Le arătă apoi instrumentul care-i servise drept lentilă.

Scoase pur şi simplu geamurile de la ceasul lui şi de la ceasul reporterului. După ce le umpluse cu apă, le lipise marginile cu puţină humă, făcând astfel o adevărată lentilă, cu ajutorul căreia aprinsese un mănunchi de muşchi uscat, concen- trând asupra lui razele Soarelui".

Bănuiesc că cititorul va dori să afle de ce a trebuit să fie umplut cu apă spaţiul dintre sticlele de ceas: oare lentila biconvexă de sticlă umplută cu aer nu poate concentra razele solare?

Răspunsul este negativ. Sticla de ceasornic este limitată de două suprafeţe paralele (concentrice): cea exterioară şi cea interioară; din fizică însă se ştie că, trecând printr-un mediu limitat de astfel de suprafeţe, razele nu-şi schimbă aproape de loc direcţia. Trecând apoi prin cea de-a doua sticlă identică ele nu sunt deviate nici aici şi, prin urmare, nu se concentrează în focar. Pentru a concentra razele într-un punct, este necesar ca spaţiul dintre sticle să fie umplut cu o oarecare substanţă transparentă care să refracte razele mai puternic decât aerul. Astfel a procedat şi inginerul din romanul lui Jules Verne.

O carafă obişnuită cu apă, dacă are formă sferică, poate servi de asemenea drept lentilă pentru concentrarea razelor solare. Lucrul acesta era cunoscut deja în antichitate, când s-a observat că apa însăşi rămâne totuşi rece. Au fost chira cazuri când carafele cu apă aflate pe pervazul geamului au aprins perdele, feţe de mese, au carbonizat mesele. Uriaşele damigene cu apă colorată care, conform unor obiceiuri vechi, decorau pe timpuri vitrinele farmaciilor puteau fi uneori cauza unor adevărate catastrofe, provocând aprinderea unor suprafeţe uşor inflamabile aşezate în apropiere.

Cu ajutorul unui mic balon sferic de sticlă umplut cu apă se poate aduce până la temperatura de fierbere apa turnată pe o sticlă de ceas; pentru aceasta este de ajuns un balon cu diametrul de 12 cm. La 15 cm, în focar 1 se obţţpe o temperatură de 120° C. Este tot atât de uşor de aprins o ţigară cu

1 Focarul se află în acest caz foarte aproape de balon.

Ajutorul unui balon cu apă ca şi cu ajutorul acelei lentile de sticlă, despre care încă Lomonosov, în poezia lui Despre utilitatea sticlei, scria:

„Imitându-l cu succes pe Prometeu,

Cu aju orul sticlei îi furăm Soarelui flacăra Şi, demascând ale unora josnice minciuni,

Ne aprindem cu focul cel ceresc Al pipelor tutun fără de păcat“.

Trebuie totuşi să menţionăm faptul că puterea de aprindere a lentilelor cu apă este mult mai mică decât a celor de sticlă. Aceasta se datoreşte, în primul rând, faptului că refracţia luminii în apă este mult mai mică decât în sticlă, iar în al doilea rând că apa absoarbe în mare măsură razele infraroşii, care joacă un rol mare în încălzirea corpurilor.

Este interesant faptul că acţiunea inflamantă a lentilelor de sticlă era cunoscută încă grecilor antici cu peste o mie de ani înaintea inventării ochelarilor şi a lunetelor. Ele sunt menţionate de Aristofan în cunoscuta lui comedie Norii. Socrate îi propune lui Strepsiade rezolvarea următoarei probleme: dacă cineva ar scrie împotriva lui o reclamaţie, cum ar distruge-o?

„Strepsiade

Găsii un mijloc de minune să anulez procesul. Ştii? Tu însuţi o să-mi dai dreptate.

Socrate

Ce mijloc?

Strepsiade

Uneori desigur

Că ai văzut un fel de piatră frumoasă pe la spiţerii, O piatră tare străvezie cu care se aprinde focul.

Socrate

Crotalul vrei să zici?

Strepsiade

Ei da. Să iau o piatră dintre acestea Şi-n clipa în care grefierul ar fi să scrie reclamaţia Să stau, aşa, mai la o parte şi să topesc frumos la soare, Cu piatra, textul acuzării!!“

Vă reamintesc că pe vremea lui Aristofan grecii scriau pe nişte tăbliţe acoperite cu ceară, care se topea cu uşurinţă la căldură.

CUM POATE FI OBŢIN UT FOCUL CU AJUTORUL GHEŢII?

Ca material pentru lentila biconvexă, prin urmare pentru obţinerea focului, poate servi şi gheaţa, bineînţeles dacă ea este suficient de transparentă. Gheaţa, refractând razele, nu se încălzeşte şi nu se topeşte. Indicele de refracţie al gheţii este doar puţin mai mic decât al apei şi dacă, după cum am văzut, se putea obţine foc cu ajutorul unei sfere umplute cu apă, acelaşi lucru se poate realiza şi prin mijlocirea unei lentile de gheaţă.

Lentila de gheaţă a adus un serviciu bun în Călătoria căpitanului Hatteras a lui Jules Verne. Doctorul a aprins în felul acesta focul atunci când călătorii şi-au pierdut amnarul şi ş-au trezit fără foc pe un ger năprasnic de —48° C:

„—Este o nenorocire, i-a spus doctorului căpitanul.

— Da, a răspuns acesta.

— Nu avem nici măcar o lunetă a cărei lentilă s-o folosim pentru a aprinde focul.

— Ştiu, răspunse doctorul, şi-mi pare foarte rău. Razele Soarelui sunt insuficient de tari ca să aprindă fitilul.

— Ce să facem, va trebui să ne astâmpărăm foamea cu carne crudă, rosti căpitanul.

— Da, răspunse doctorul, în cazul cel mai rău. Dar de ce n-am…

— Ce-ţi trece prin minte? întrebă căpitanul.

— Mi-a venit o idee…

— O idee? a exclamat pilotul. Dacă ţi-a venit o idee, înseafnnă că suntem salvaţi!

— Nu ştiu dacă voi reuşi, spuse cu îndoială doctorul.

— La ce te-ai gândit? întrebă căpitanul.

— N-avem lentilă, dar o vom confecţiona.

— Cum? se interesă pilotul.

3—Vom şlefui o bucată de gheaţă.

’ —Credeţi deci că…

— De ce nu? Trebuie doar să concentrăm într-un singur punct razele solare, iar gheaţa poate înlocui în acest scop chiar şi cel mai bun cristal. Doar că aş prefera gheaţa de apă dulce: e mai tare şi mai transparentă.

— Iată, dacă nu mă înşel, această bucată de gheaţă, spuse pilotul arătând un bloc de gheaţă ce se înălţa la vreo 100 de paşi de călători; judecând după culoare, este exact ceea ce vă trebuie.

— Ai dreptate. Ia-ţi toporul. Haidem, prieteni.

Toţi trei s-au îndreptat spre blocul de gheaţă, care, într-adevăr, se dovedi a fi de apă dulce.

Doctorul a cerut să i se desprindă o bucată cu diametrul de un picior şi a început să niveleze cu toporul. Apoi a finisat-o cu cuţitul şi a şlefuit-o la urmă cu mâna. A obţinut o lentilă transparentă, care nu era cu nimic mai prejos decât una din cel mai bun cristal. Soarele strălucea destul; de puternic. Doctorul a aşezat lentila în calea razelor lui, pe care le-a concentrat asupra fitilului. După câteva secunde fitilul s-a aprins“.

Povestirea lui Ju- les Verne nu este de loc fantastică: experienţe care au avut drept scop aprinderea lemnului cu ajutorul unei lentile de gheaţă au fost realizate cu succes în Anglia încă în 1763; de atunci ele au fost efectuate cu succes deplin de multe ori. Desigur că confecţionarea unei lentile de gheaţă transparente cu ajutorul unor

Figura 113 — Doctorul a concentrat razele Soarelui pe fitil.

unelte ca toporul, cuţitul şi chiar „mâna pur şi simplu” (şi aceasta la un ger de —48° C!) nu este un lucru prea uşor, dar lentila de gheaţă poate ti obţinută mult mai simplu: se toarnă apă într-un vas cu formă potrivită şi se îngheaţă, iar apoi încălzindu-se puţin vasul, se scoate lentila.

Efectuând o astfel de experienţă, nu uitaţi că ea reuşeşte numai într-0 zi senină şi geroasă, afară în aer liber şi nu în cameră, în dosul unui geam de sticlă: sticla absoarbe o mare parte din energia razelor solare, iar energia rămasă este insuficientă pentru a produce încălzirea necesară.

CU AJUTORUL RAZELOR SOLARE

Mai faceţi o experienţă uşor de efectuat într-o zi de iarnă. Aşezaţi pe zăpada inundată de lumina solară două bucăţele de pânză: una de culoare deschisă şi una de culoare închisă. După o oră sau două vă veţi convinge de faptul că bucăţica de pânză de culoare închisă s-a afundat în zăpadă, pe când cea de culoare deschisă a rămas la acelaşi nivel. Nu este greu de descoperit cauza unei asemenea deosebiri: sub bucăţica de pânză de culoare închisă zăpada se topeşte mai mult pentru că ea absoarbe o mare parte din razele solare care cad pe ea; cea de culoare deschisă, dimpotrivă, împrăştie cea mai mare parte dintre ele şi de aceea se încălzeşte mai puţin decât cea de culoare închisă.

Această experienţă instructivă a fost făcută pentru prima dată de Benjamin Franklin, inventatorul paratrăsnetului. „Am luat de la croitor câteva pătrăţele de stofă de culori diferite —scria el. Printre ele erau: negru, bleu, bleumarin, albastru-

deschis, verde, purpuriu, roşu, alb şi diferite alte culori şi nuanţe. Într-o dimineaţă însorită am aşezat

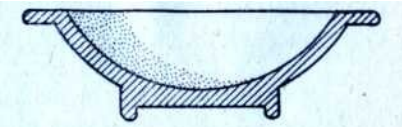


Figura 114 — Vasul pentru confecţionarea lentilei de gheaţă.

aceste pătrăţele de stofă pe zăpadă. După câteva ore, bucăţica neagră, încălzindu-se mai puternic decât celelalte, s-a afundat atât de adânc în zăpadă, încât razele solare nu o mai puteau atinge; cea bleumarin s-a afundat aproape tot atât de mult; cea albastru-deschis mult mai puţin; pătrăţelele de celelalte culori s-au afundat cu atât mai puţin, cu cât ele erau mai deschise. Pătrăţica albă a rămas la suprafaţă, adică nu s-a afundat de loc...“

„La ce ar servi teoria dacă din ea nu s-ar putea trage niciun fel de foloase?” exclamă el cu această ocazie şi continuă: „Oare din această experienţă nu putem trage concluzia că în clima caldă însorită o rochie neagră este mai puţin potrivită decât una albă, pentru că la soare ea încălzeşte corpul nostru mai mult, şi, dacă în acelaşi timp vom face şi mişcări, care prin ele însele ne încălzesc, atunci se formează o căldură de prisos? Oare pălăriile bărbăteşti şi de damă pentru vară nu ar trebui să fie de culoare albă pentru a îndepărta acea căldură care poate provoca insolaţia?... Mai departe, oare pereţii înnegriţi nu pot absoarbe în timpul zilei atâta căldură solară încât să rămână întrucâtva calzi şi noaptea, ferind astfel fructele de îngheţ? Oare un observator mai atent nu poate trage şi alte concluzii particulare de o importanţă mai mare sau mai mică?”

Care pot fi aceste concluzii şi aplicaţii utile ne arată exemplul experienţei germane întreprinse cu corabia „Gauss”. Nava a fost imobilizată de gheaţă şi niciuna dintre metodele obişnuite de eliberare a ei nu au dus la vreun rezultat. Explozivele şi ferăstraiele puse în funcţiune n-au reuşit să îndepărteze decât câteva sute de metri cubi de gheaţă fără ca vasul să poată fi urnit din loc. Atunci s-a recurs la ajutorul razelor solare: din cenuşă întunecată şi din cărbune a fost aşternută pe gheaţă o bandă cu lungimea de 2 km şi lăţimea de vreo 10 metri; ea ducea de la navă până la crăpătura cea mai largă în gheaţa din apropierea navei. Era în perioada zilelor însorite de iarnă polară şi razele solare au făcut ceea ce nu au putut face dinamita şi ferăstraiele: gheaţa, topindu-se puţin, s-a fărâmiţat de-a lungul pistei aşternute şi nava a putut porni.

## VECHIUL ŞI NOUL DESPRE MIRAJE

Probabil că toţi cunosc cauzele fizice ale mirajului obişnuit. Nisipul deşertului, înfierbântat de razele solare, capătă proprietăţi de oglindă, pentru că stratul adiacent de aer încălzit are o densitate mai mică decât straturile de aer situate mai sus. Raza de lumină oblică, venită de la un obiect foarte îndepărtat, atingând acest strat de aer, îşi deviază drumul, astfel încât, urmărindu-şi calea, ea se depărtează din nou de Pământ şi nimereşte în ochiul observatorului ca şi cum ar fi reflectată de o oglindă pe care a căzut cu un unghi de incidenţă foarte mare. Şi observatorului i

se pare că are în faţa ochiului, în mijlocul pustiului, un ochi de apă care reflectă obiectele de pe malul lui (fig. 115).

De altfel ar fi fost mai corect să spunem că stratul de aer încălzit din preajma solului reflectă razele nu asemenea unei oglinzi, ci asemenea suprafeţei apei privite din adâncul acesteia. Aici nu are loc o simplă reflexie, ci ceea ce în lim

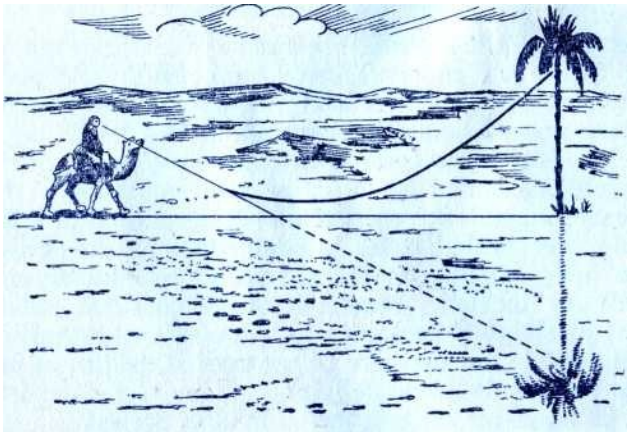


Figura 115 — Cum ia naştere mirajul în deşert? Acest desen, reprezentat de obicei în manuale, arată drumul razei de lumină, oblic faţă de pământ, prea curbat faţă de forma lui reală.

bajul fizicii se numeşte „reflexie internă”. Pentru aceasta este necesar ca raza de lumină să intre în straturile de aer mult mai oblic decât este arătat simplificat în figura 115; în cazul contrar nu va fi depăşit „unghiul maxim” de incidenţă a razei, iar fără aceasta nu are loc reflexia internă.

Menţionăm în treacăt un punct al acestei teorii care ar putea produce nedumerire. Explicaţia expusă mai sus necesită o astfel de amplasare a straturilor de aer, încât straturile

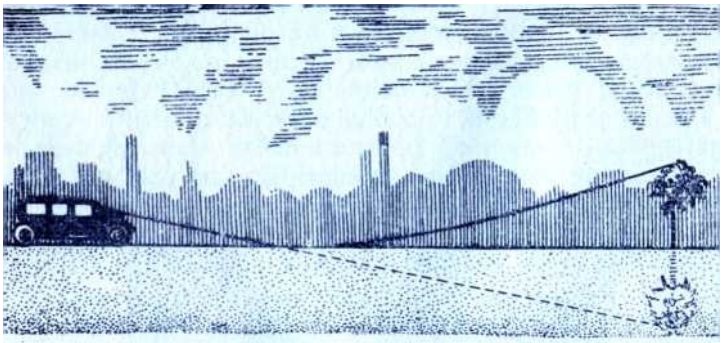


Figura 116 — Mirajul pe o şosea gudronată.

i 1

mai dense să se afle la o înălţime mai mare decât cele mai puţin dense. Ştim însă că aerul dens, greu, caută totdeauna să coboare şi să disloce în sus stratul de gaz mai uşor de sub el. Deci cum poate exista acea aşezare a straturilor de aer dens şi rarefiat care este necesară pentru formarea mirajului?

Secretul constă în faptul că această amplasare a straturilor de aer nu există în aerul static, ci în cel aflat în mişcare. Stratul de aer încălzit de sol nu rămâne în apropierea acestuia, ci este mereu împins în sus şi înlocuit imediat de un nou strat

de aer încălzit. Această înlocuire continuă are drept rezultat existenţa permanentă în apropierea nisipului incandescent a unui strat oarecare de aer rarefiat, pentru că pentru drumul parcurs de razele de lumină nu are nicio importanţă faptul că acest aer nu este mereu unul şi acelaşi.

Genul de miraj examinat mai. Sus este cunoscut din antichitate. În meteorologia modernă el este numit miraj „inferior” (spre deosebire de cel „superior”, generat de reflectarea razelor de luihină pe straturile superioare de aer rarefiat din zonele superioare ale atmosferei). Majoritatea oamenilor au convingerea că acest miraj clasic poate fi observat numai în aerul supraîncălzit din deserturile Sudului, fără a avea loc vreodată la latitudini nordice. Cu toate acestea, miraju inferior poate fi urmărit adesea şi în ţinuturile noastre. Astfel de fenomene sunt deosebit de dese vara pe şoselele asfaltate şi gudronate care, datorită culorii lor închise, se încălzesc puternic la Soare. Atunci, din depărtare, suprafaţa mată a şoselei pare udă şi reflectă obiectele îndepărtate. Drumul razelor de lumină care generează acest miraj este reprezentat în figura 116. Dacă aveţi un spirit de observaţie mai dezvoltat, puteţi urmări asemenea fenomene mai des decât s-ar crede.

Există încă un gen de miraj, mirajul lateral, despre care mulţi nu au nici măcar o idee cât de vagă. Este vorba de reflexia pe un perete vertical încălzit. Un astfel de caz a fost descris de un autor francez.

Apropiindu-se de fortul unei cetăţi, el a observat că deodată peretele de beton al fortului a început să strălucească ca o oglindă, reflectând natura înconjurătoare: solul, cerul. Făcând încă vreo câţiva paşi, el a observat aceeaşi schimbare intervenită la celălalt zid al fortului. Părea că suprafaţa cenuşie zgrunţuroasă se transforma, într-o clipă, în una şlefuită. Era o zi toridă de vară, zidurile luminate de soare au fost puternic încălzite, acesta era „misterul” transformării lor în oglindă. În figura 117 este arătată amplasarea zidurilor fortului (F şi F’) şi locul ocupat de observator (A şi A’). S-a constatat că mirajul putea îi urmărit ori de câte ori zidul era încălzit suficient de razele solare. S-a reuşit chiar fotografierea acestui fenomen.

În figura 118 este reprezentat (stânga) zidul F al fortului: întâi mai, iar apoi lucios (dreapta) ca o oglindă (fotografiat din punctul Ar). În fotografia din stânga vedem un beton

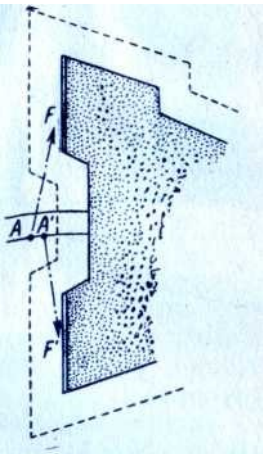



Figura 117 — Planul fortului din care s-a observat mirajul. Peretele $F$ părea făcut din oglindă cînd era privit din punctul $A$, iar peretele $F'$ — privit din $A'$.

cenuşiu obişnuit, în care, desigur, nu se pot oglindi figuri 16celor doi ostaşi aflaţi lângă zid. În dreapta este acelaşi zid care, pe cea mai mare parte a suprafeţei sale, a căpătat proprietăţi de oglindă şi figura ostaşului celui mai apropiat este

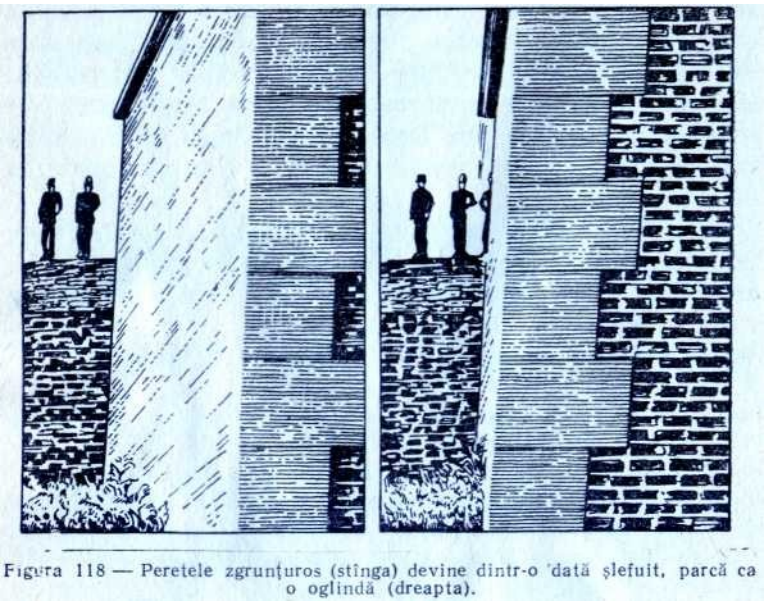


Figura 118 — Peretele zgrunţuros (stînga) devine dintr-o dată şlefuit, parcă ca o oglindă (dreapta).

reflectată, obţinându-se astfel imaginea lui simetrică. Desigur că aici razele nu sunt reflectate de însăşi suprafaţa zidului, ci de stratul de aer încălzit din imediata lui apropiere.

În zileie foarte calde de vară ar trebui să observaţi zidurile încălzite ale marilor clădiri şi s-ar putea să descoperiţi fenomene de miraj mult mai des decât aţi crede.

„RAZA VERDE.“

„Aţi urmărit vreodată Soarele care coboară dincolo de orizontul mării? Fără îndoială că da. L-aţi urmărit până în clipa când marginea superioară a discului lui atinge linia

orizontului şi apoi dispare? Probabil că da. Dar aţi observat fenomenul care are loc în clipa când strălucitorul astru îşi aruncă ultima rază, când cerul este complet senin şi transparent? Poate că nu. Să nu pierdeţi însă ocazia să observaţi această clipă: ochiul dumneavoastră nu va intercepta o rază roşie, ci una verde de un verde superb, cum nu poate fi obţinut pe paleta nici unui pictor, care nu a fost reprodus nici chiar de măiastră natură, nici în variatele nuanţe ale vegetaţiei, nici în culorile celei mai transparente mări“.

O asemenea notiţă apărută într-un ziar englezesc a entuziasmat-o pe tânăra eroină din romanul Raza verde a lui Jules Verne şi a determinat-o să întreprindă un şir întreg de călătorii al căror unic scop era să vadă cu propriii ei ochi minunata rază verde. După cum povesteşte romancierul, tânăra scoţiană nu a reuşit să observe acest superb fenomen al naturii şi totuşi el există. Raza verde nu este o legendă, deşi de ea sunt legate multe lucruri din domeniul legendar. Este un fenomen pe care-l poate admira orice amator al naturii dacă-l va căuta cu răbdarea necesară.

De ce apare raza verde?

Veţi înţelege cauza fenomenului dacă vă veţi aminti sub ce formă ne apar obiectele când le privim printr-o prismă de sticlă. Faceţi următoarea experienţă: ţineţi prisma în faţa ochiului, orizontal, cu latura lată în jos şi priviţi prin ea o foaie de hârtie prinsă cu un cui de perete. Veţi observa, în primul rând, că foaia s-a ridicat mult mai sus de poziţia sa reală, iar în al doilea rând că are în partea de sus o şuviţă de culoare violetă-albastră, iar în cea de jos una galbenă- roşie. Înălţarea obiectului se datoreşte refracţiei luminii, iar marginile colorate dispersiei sticlei, adică proprietăţii sticlei de a reflecta în mod inegal razele de cu lor i diferite. Razele violete şi albastre sunt refractate mai puternic decât celelalte, de aceea vedem în partea de sus o fâşie violetă- albastră. Cele roşii sunt refractate cel mai slab şi de aceea la marginea de jos a hârtiei noastre apare o fâşie roşie.

Pentru o mai bună înţelegere a celor ce urmează trebuie să ne oprim puţin asupra originii acestor benzi colorate. Lumina albă reflectată de hârtie este descompusă de prismă în toate culorile spectrului, dând o mulţime de imagini colorate ale foii de hârtie, aranjate, în parte suprapunându-se, în ordinea indicelui lor de refracţie. În urma acţiunii simul tane a acestor imagini colorate suprapuse, ochiul interceptează senzaţia de lumină albă (compunerea culorilor spectrului), dar sus şi jos rămân benzi ale culorilor ce nu s-au compus. Cunoscutul poet Goethe, care a făcut această experienţă fără să-i înţeleagă cauzele, şi-a închipuit că a demascat astfel falsitatea învăţăturii lui Newton despre culori şi a scris apoi propria sa lucrare, Ştiinţa despre culori, care se bazează aproape în întregime pe teorii eronate. Credem că cititorul nostru nu va repeta greşeala marelui poet şi nu se va aştepta ca prisma să-i recoloreze toate obiectele.

Pentru ochiul nostru, atmosfera terestră este un fel de prismă aeriană uriaşă, cu baza îndreptată în jos. Privind Soarele la orizont, îl vedem prin această prismă de gaze. În partea de sus, Soarele ne apare cu o bandă de culoarea albastră şi verde, iar în cea de jos cu una roşie şi galbenă. Atât timp cât Soarele se înalţă deasupra orizontului, lumina discului solar, fiind mai puternică, nu ne permite să vedem aceste benzi mai puţin luminoase şi de aceea nu le observăm. Dar în clipele când

Soarele răsare sau apune, când discul lui este ascuns dincolo de orizont aproape în întregime, atunci putem să vedem banda albastră care-i colorează marginea lui de sus. Această bandă este bicoloră: în partea de sus ea este albastră, iar mai jos ea este bleu, în urma amestecării razelor albastre cu cele verzi. Când în apropierea orizontului. Aerul este pur şi foarte transparent, atunci vedem „raza albastră”. Dar de cele mai dese ori razele albastre sunt împrăştiate şi rămâne_ numai banda verde: acesta este fenomenul „razei verzi”. În sfârşit, în marea majoritate a cazurilor, razele albastre şi cele verzi sunt împrăştiate de atmosfera tulbure, şi atunci nu mai este vizibilă nicio bandă: Soarele apune ca un glob purpuriu.

Astronomul G.A.Tihov de la Pulkovo, care i-a consacrat „razei verzi” un studiu special, comunică câteva indicii ale vizibilităţii acestui fenomen. „Dacă Soarele are la apusul său o culoare roşie şi poate fi observat cu uşurinţă cu ochiul liber, atunci se poate spune cu siguranţă că raza verde nu va apărea”. Cauza este evidentă: culoarea roşie a discului solar arată că razele albastre şi verzi, adică banda de sus de pe disc, sunt puternic împrăştiate de atmosferă. „Dimpotrivă —continuă astronomul – dacă culoarea obişnuită galben-deschisă a Soarelui se schimbă puţin şi la apu sul său el continuă să strălucească puternic (adică dacă lumina este absorbită puţin de atmosferă), atunci ne putem aştepta ca fenomenul „razei verzi „să aibă loc. Dar pentru aceasta este necesar ca orizontul să reprezinte o linie orizontală dreaptă, fără neregularităţi, păduri, construcţii etc. Aceste condiţii le îndeplineşte cel mai bine marea; iată de ce raza verde le este atât de bine cunoscută marinarilor.”

Deci pentru a vedea „raza verde” trebuie să observăm Soarele în momentul apusului sau răsăritului lui, în zilele cu cerul foarte senin. În ţările sudice, cerul la orizont este mai transparent decât la noi, de aceea acolo fenomenul „razei verzi” este mai frecvent. Dar nici la noi el nu este chiar atât de rar, cum îşi imaginează unii, probabil sub influenţa romanului lui Jules Verne. Căutările perseverente ale „razei verzi” sunt încununate, mai devreme sau mai târziu, de succes. Acest minunat fenomen a putut fi urmărit chiar şi cu luneta.

Doi astronomi alsacieni îl descriu astfel:

„... În ultimul minut care precedă apusul Soarelui, când, prin urmare, el se mai vede parţial, discul lui, care are o margine ondulată, dar bine marcată, este înconjurat de un cerc verde. Până ce Soarele nu a dispărut dincolo de orizont, această bandă nu poate fi văzută cu ochiul liber. Ea devine vizibilă doar în momentul când Soarele dispare complet. Dacă priveşti însă printr-o lunetă cu o scară de mărire suficientă (de aproximativ o sută de ori), atunci poţi observa în amănunt întregul fenomen: banda verde devine vizibilă cu cel mult 10 minute înainte de apusul Soarelui; ea mărgineşte partea de sus a discului, în timp ce marginea de jos este colorată în roşu. Lăţimea benzii, la început foarte mică (doar câteva secunde de arc), creşte pe’măsură ce Soarele apune; ea atinge uneori 1/2 de minut de arc. Deasupra benzii se observă adesea nişte ondulaţii verzi, care, o dată cu dispariţia treptată a Soarelui, lunecă parcă pe marginea lui până la punctul superior; uneori ele se rup pe o bandă şi licăresc câteva secunde izolat până când se sting” (fig. 119).

De obicei fenomenul durează o secundă sau două. Dar în împrejurări deosebit de favorabile durata lui este mult mai mare. Se cunoaşte un caz când „raza verde” a fost observată timp de 5 minute. Soarele apunea în spatele unui munte îndepărtat şi observatorul, care mergea cu pas grăbit, a putut urmări banda verde a discului solar care luneca parcă pe panta muntelui (fig. 119).

Sunt interesante cazurile când „raza verde11 a fost observată la răsăritul Soarelui, când marginea de sus a astrului începe

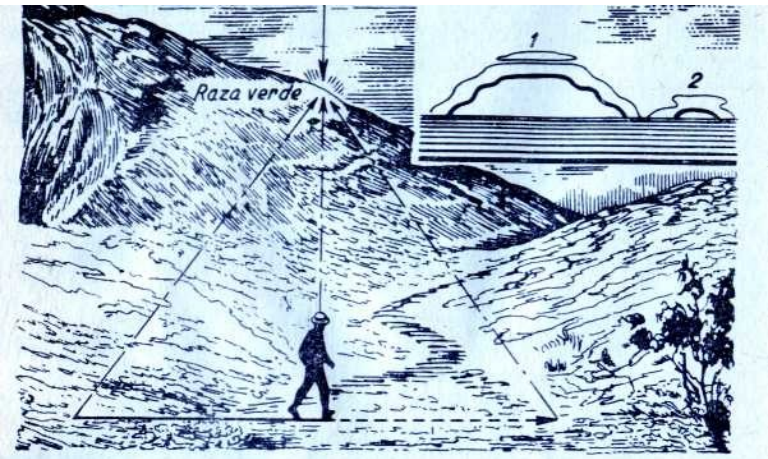
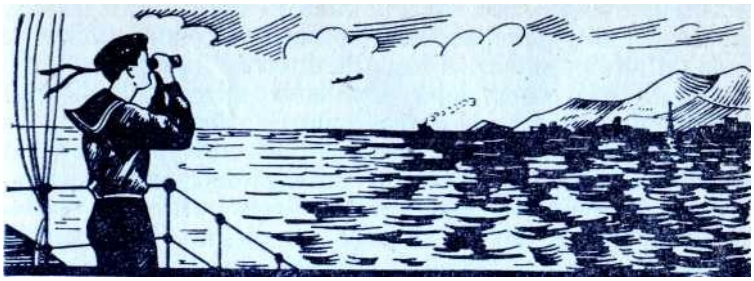



Figura 119 — Observarea îndelungată a „razei verzi“: observatorul a urmărit „raza verde“ de dincolo de lanţul de munţi timp de 5 minute. Sus în dreapta este reprezentată „raza verde“ văzută prin lunetă. Discul Soarelui are contururi neregulate. În poziţia 1 strălucirea discului solar orbeşte ochiul împiedicînd perceperea cu ochiul liber a benzii verzi. În poziţia 2, cînd discul Soarelui dispare aproape în întregime, „raza verde“ devine accesibilă pentru ochiul liber.

să apară deasupra orizontului. Aceasta demonstrează falsitatea presupunerii că „raza verde11 este o iluzie optică datorită faptului că ochiul a fost obosit de strălucirea Soarelui abia apus.

Soarele nu este singurul astru care-şi trimite „razele verzi11 S-a observat acest fenomen şi la apunerea planetei Venus 1.

1 Puteţi citi despre miraje şi raza verde în excelenta carte a lui M.Min- naert, Lumina şi culoarea în natură, Bucureşti, Edit Ştiinţifică. (Nota trad.)



Capitolul 9

VEDEREA CU UNUL ŞI CU AMÂNDOI OCHII

CÂND NU EXISTA FOTOGRAFIE

’ân viaţa noastră, fotografia a devenit un lucru atât de obişnuit, încât nici nu ne putem imagina cum puteau trăi fără ea străbunii noştri încă nu prea îndepărtaţi. În Documentele postume ale clubului Pickwick, Ch. Dickens povesteşte cu haz cum era imprimată înfăţişarea unui om în instituţiile de stat ale Angliei acum 100 de ani. Acţiunea se petrece în închisoarea datornicilor unde a fost adus Pickwick.

Lui Pickwick i s-a spus că el trebuie să stea jos până când i se va face portretul.

„—Să pozez pentru un portret!? exclamă domnul Pickwick.

— Ca să avem tabloul dv., domnule, spuse temnicerul cel zdravăn. Ne pricepem bine, nu glumă, la portrete. Le luăm într-o clipită şi totdeauna exact. Intraţi, domnule, şi vă rog să vă simţiţi ca la dumneavoastră acasă…

Temnicerul cel zdravăn, schimbându-şi locul, se aşezase şi-l privea cu indiferenţă din când în când, iar un alt bărbat înalt, subţire care-l înlocuise pe temnicer, proptit în faţă, cu mâinile sub pulpanele hainei, îj privea îndelung. Al treilea ins, care părea cam îmbufnat pentru că fusese pare-se deranjat de la ceai, căci tot mai mesteca un rest dintr-o coajă de pâine cu unt, luase loc foarte aproape de domnul Pickwick şi, cu mâinile în şolduri, îl inspecta din creştet până în tălpi…

În cele din urmă, după terminarea portretului, domnul Pickwick fu informat că putea să intre în închisoare".

Mai înainte însă rolul acestor „portrete” imprimate în memorie a fost jucat de o listă întreagă de „semne particulare”. Vă reamintesc descrierea lui Grigori Otrepiev în Bo- râs Gudunov. „E mic de statură, are pieptul larg, o mână este mai scurtă decât cealaltă, are ochii albaştri, părul roşu, pe obraz un neg, pe frunte altul.” În zilele noastre se anexează pur şi simplu o fotografie.

CE NU ŞTIU MULŢI

Fotografia a pătruns la noi în deceniul al cincilea al secolului trecut, sub forma aşa-numitei „daghereotipii” 1, imagini pe nişte plăci metalice.

Incomoditatea acestei metode constă în aceea că trebuia să se pozeze în faţa aparatului un timp destul de îndelungat: zeci de minute…

„Bunicul meu —povestea fizicianul leningrădean prof. B. P. Vainberg —a stat în faţa camerei fotografice —şi aceasta pentru a obţine o singură daghereotipie, care de altfel nici nu poate fi multiplicată —40 de minute 1“

Totuşi, posibilitatea de a obţine portrete fără participarea pictorului apărea atât de nouă, aproape miraculoasă, încât publicul nu s-a obişnuit prea repede cu această idee. Într-o veche revistă rusă (1845) s-a descris în legătură cu aceasta o întâmplare nostimă:

„Sunt mulţi cei care nici acum nu vor să creadă că daghe- reotipul funcţionează singur. Un om pe deplin onorabil a venit să-şi comande portretul. Stăpânul (adică fotograful – – n. Aut.) Ta aşezat, a fixat sticlele, a aşezat placa, s-a uitat la ceas şi a ieşit. Atâta timp cât stăpânul a fost în cameră,

1 După numele inventatorului acestei metode, Daguerre.

Onorabilul domn a stat jos fără mişcare, dar îndată ce a ieşit din cameră, domnul care dorea să-şi facă portretul a considerat că nu mai este necesar să rămână nemişcat, s-a ridicat în picioare, a prizat tutun, a examinat din toate părţile daghe-reotipul (aparatul), şi-a apropiat ochiul de sticlă, a clătinat din cap, a spus „interesantă şmecherie” şi a început să se plimbe prin cameră.

Stăpânul s-a înapoiat şi, oprindu-se mirat lângă uşă, a exclamat:

— Ce faceţi? v-am spus doar să staţi nemişcat!

— Am şi stat. M-am sculat numai când ai ieşit dumneata.

— Păi tocmai atunci trebuia să staţi.

— De ce să stau degeaba?"

Dragă cititorule, ţi se pare probabil că suntem acum departe de orice concepţii naive despre fotografie. Dar nici în timpurile’ noastre majoritatea oamenilor nu s-au obişnuit încă pe deplin cu fotografia şi, printre altele, sunt puţini cei care ştiu să privească măcar o fotografie. Vi se pare că nu e aici nicio filosofie: iei fotografia în mână şi o priveşti. Dar lucrul acesta nu este chiar atât de simplu: fotografiile fac parte din acele obiecte de uz curent pe care nu ştim să le folosim corect, cu toate că răspândirea lor este atât de largă. Majoritatea fotografilor amatori şi profesionişti, fără a mai vorbi despre ceilalţi, nu ştiu să privească fotografiile aşa cum trebuie. De aproape o sută de ani se cunoaşte arta fotografiei şi, cu toate acestea, puţini ştiu să privească fotografiile.

ARTA DE A PRIVI FOTOGRAFIILE

Prin structura sa, camera fotografică este un ochi mare: ceea ce se imprimă pe sticla ei mată depinde de distanţa dintre obiectiv şi obiectele fotografiate. Aparatul fotografic fixează pe placă perspectiva care ar fi apărut în faţa ochiului nostru (notaţi-vă: a u n u i ochi!) aşezat în locul obiectivului. De aici rezultă că dacă dorim să obţinem de la fotografie aceeaşi impresie vizuală ca şi de la natură însăşi trebuie «

1) să privim fotografia cu un singur ochi şi

2) să ţinem fotografia la distanţa cuvenită faţă de ochi.

Nu este greu de înţeles că privind fotografia cu a m b i i ochi, noi trebuie să vedem inevitabil un tablou plan şi nu o imagine care are adâncimi. Aceasta rezultă cu necesitate din particularităţile vederii noastre. Când privim un corp material, pe retina ochilor noştri nu se obţin imagini identice: ochiul drept nu vede exact acelaşi lucru ca cel stâng (fig. 120). Tocmai această deosebire dintre imagini este cauza principală a faptului că obiectele ne apar sub formă de corpuri: conştiinţa noastră contopeşte ambele impresii într-o singură imagine în relief (după cum se ştie, pe aceasta se bazează construcţia stereoscopului). Altfel stau lucrurile dacă în faţa noastră se află un obiect plan, de exemplu suprafaţa unui perete; atunci ambii ochi

capătă percepţii cu totul identice; pentru conştiinţă, această identitate este un indiciu al întinderii plane a obiectului.

Acum este clar ce greşeală comitem când privim fotografia cu ambii ochi; astfel noi trezim în conştiinţa noastră convingerea că în faţa noastră se află un tablou plan! Când oferim ambilor ochi o fotografie care-i este destinată doar unuia, atunci nu putem vedea ceea ce ar trebui să ne sugereze fotografia; această greşeală împrăştie întreaga iluzie creată cu atâta perfecţiune de camera fotogenică.

LA CE DISTANŢĂ TREBUIE TINUTĂ FOTOGRAFIA?

Tot atât de importantă este şi cea de a doua regulă: a ţine fotografia la distanţa cuvenită de ochi; în cazul contrar nu avem perspectiva corectă.

Care trebuie să fie această distanţă?

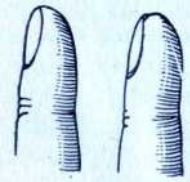


Figura 120 — Cum apare degetul pentru ochiul stîng şi pentru cel drept, dacă ţinem mîna în apropierea feţei.

Pentru a obţine impresia scontată, fotografia trebuie privită sub acelaşi unghi sub care obiectivul aparatului a „văzut" imaginea de pe sticla mată a camerei, sau, ceea ce este acelaşi lucru, sub care „a văzut" el obiectele fotografice (fig. 121). De aici rezultă că fotografia trebuie apropiată de

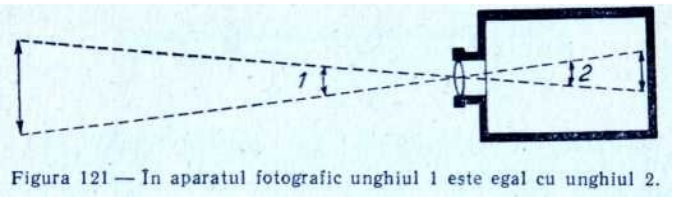



Figura 121 — În aparatul fotografic unghiul 1 este egal cu unghiul 2.

ochi la o distanţă care'este de atâtea ori mai mică decât distanţa de la obiect la obiectiv, de câte ori imaginea obiectului este mai mică decât mărimea naturală. Gu alte cuvinte, fotografia trebuie ţinută la o distanţă aproximativ egală cu distanţa focală a obiectivului.

Dacă ţinem seama de faptul că la majoritatea aparatelor de amatori distanţa focală este egală cu 12—15 cm, 1 vom înţelege că nu am privit niciodată astfel de fotografii la distanţa cuvenită: distanţa vederii distincte pentru ochiul normal (25 cm) este aproape de două ori mai mare decât cea indicată. Ne apar plane şi fotografiile atârnate pe perete, ele fiind privite de la o distanţă şi mai mare.

Numai oamenii miopi, cu lungimea de vedere distinctă redusă (precum şi copiii care au capacitatea de a vedea la distanţă mică), îşi pot permite plăcerea de a admira efectul dat de o simplă fotografie privită în mod corespunzător (cu un singur ochi).

Ţinând fotografia la 12—15 cm de ochi, ei nu văd un tablou plan, ci o imagine în relief, în care planul din faţă este detaşat de cel din spate, ca în stereoscop.

Cred că acum cititorul va fi de acord că, în majoritatea cazurilor, numai necunoaşterii noastre i se datorează faptul că nu obţinem de la unele fotografii întreaga satisfacţie pe

1 În textul care urmează autorul are în vedere aparatele fotografice de tipul celor care erau răspândite în perioada scrierii Fizicii distractive. (Nota red. Sovietice.)

care ele o oferă şi ne plângem adesea zadarnic de lipsa lor de viaţă. Totul se explică prin aceea că noi nu ne plasăm ochiul în punctul cuvenit şi privim cu a m b i i ochi imaginea destinată doar unuia singur.

## ACŢIUNEA CURIOASA A LUPEI

După cum am observat mai sus, oamenii miopi pot vedea în relief fotografiile obişnuite. Dar ce să facă oamenii cu vederea normală? Ei nu pot apropia imaginea prea mult de ochi, dar pot folosi în schimb lupa. Privind fotografia printr-o lupă care măreşte de două ori, oamenii cu vederea normală se pot bucura cu uşurinţă de avantajele celor miopi, adică, fără a-şi încorda privirea, pot vedea cum fotografia apare în relief şi în adâncâme. Deosebirea dintre impresia astfel obţinută şi ceea ce vedem privind fotografia cu ambii ochi de la distanţă este imensă. O astfel de metodă de a privi fotografiile obişnuite înlocuieşte aproape efectele stereoscopului.

Acum este clar de ce adesea fotografiile apar în relief dacă sunt privite cu un singur ochi prin lupă. Acest lucru este bine cunoscut. Dar rareori se dă explicaţia justă. În această privinţă, unul dintre recenzenţii Fizicii distractive mi-a scris^

„în ediţia următoare examinaţi problema: de ce printr-o lupă obişnuită fotografia apare în relief? Părerea mea este că întreaga explicaţie complicată a stereoscopului nu este invulnerabilă. Încercaţi să priviţi prin stereoscop cu un singur ochi: impresia de relief se păstrează, în ciuda teoriei”.

Desigur că acum cititorii îşi dau seama că teoria stereoscopului nu este de loc infirmată prin acest fapt.

Pe acelaşi fenomen se bazează interesantul efect al aşezămintelor „panorame” care se vând prin magazinele de jucării, în aceste aparate mici, o fotografie obişnuită care reprezintă un piesaj sau un grup de oameni este privită printr-o lupă cu un singur ochi. Aceasta este deja suficient pentru a avea impresia de relief: iluzia este de obicei intensificată prin decuparea unor obiecte din primul plan şi plasarea lor în faţa fotografiei; ochiul nostru este foarte sensibil faţă de relieful obiectelor apropiate şi mult mai puţin sensibil faţă de cel al obiectelor mai depărtate.

## MĂRIREA FOTOGRAFIILOR

Oare fotografiile nu pot fi astfel realizate încât un ochi normal să le poată vedea corect fără a recurge la lentile? Lucrul acesta este pe deplin posibil; pentru aceasta este suficientă folosirea camerelor ale căror obiective au distanţa focală mare. După cele arătate mai sus. Este clar că fotografia obţinută cu ajutorul unui obiectiv cu

distanţa focală de 25—30 cm poate fi privită (cu un singur ochi) de la o distanţă obişnuită: ea ne va apărea suficient reliefată.

Se pot obţine de asemenea fotografii care nu vor părea plane chiar privite cu ambii ochi de la o distanţă mare. Am mai arătat că, în cazul când ambii ochi primesc de la un obiect oarecare două imagini identice, atunci conştiinţa noastră le contopeşte într-un singur tablou plan. Dar această tendinţă scade mult o dată cu creşterea distanţei. Practica ne arată că fotografiile obţinute cu ajutorul unui obiectiv cu distanţă focală de 70 cm pot fi privite cu ambii ochi fără a se pierde ceva din perspective.

Dar necesitatea de a dispune de un obiectiv cu distanţă focală mare prezintă o oarecare incomoditate. De aceea indicăm şi o altă metodă: ea constă în mărirea fotografiei obţinute cu un aparat obişnuit. În. Felul acesta se lungeşte în mod corespunzător şi distanţa corectă de la care trebuie privită fotografia. Dacă o fotografie luată cu un obiectiv de 15 cm este mărită de 4 sau 5 ori, aceasta este deja suficient pentru obţinerea efectului dorit: fotografia mărită poate fi privită cu ambii ochi de la o distanţă de 60—75 cm. O oarecare neclaritate a fotografiei nu dăunează impresie pentru că ea este puţin vizibilă de la distanţă. În schimb, fotografia câştigă în ceea ce priveşte perspectiva şi impresia de relief.

LOCUL OPTIM ÎN SALA DE CINEMATOGRAF

Cei care frecventează des sălile de cinema au observat probabil că unele filme dau o impresie mai puternică de relief decât altele: figurile se desprind din planul din fund şi sunt atât de bombate, încât uiţi chiar de existenţa pânzei şi vezi parcă aievea peisajul sau artiştii, ca pe scenă.

Această impresie de reliefare a imaginilor nu depinde, după cum se crede adesea, de înseşi proprietăţile benzii respective, ci de locul pe care-l ocupă spectatorul. Filmele de cinema, deşi sunt realizate cu ajutorul unor camere cu distanţă focală foarte mică, se proiectează pe ecran după ce au fost mult mărite, de vreo sută de ori, astfel încât pot fi privite cu ambii ochi de la o distanţă mare (10 cm X 100 = 10 m). Impresia maximă de relief se obţine când vizionăm filmul sub acelaşi unghi sub care „privea“ aparatul în timpul filmării. În acest caz vom percepe o perspectivă ca în natură.

Dar cum aflăm care este distanţa corespunzătoare acestui unghi de vedere optim? Pentru aceasta locul trebuie ales astfel, încât, în primul rând, el să fie drept în mijlocul filmului, iar în al doilea rând la o astfel de distanţă de ecran încât aceasta să fie de atâtea ori mai mare decât lăţimea filmului de câte ori distanţa focală a obiectivului este mai mare decât lăţimea benzii filmului de cinematograf.

Pentru filme de cinema de cele mai multe ori sunt folosite camerele cu distanţa focală de 35, 50, 75 şi 100 mm, în funcţie de caracterul filmărilor. Lăţimea standard a filmului este de 24 mm. Astfel, de exemplu, pentru obiectivul cu distanţa focală de 75 mm avem relaţia:

$$\frac{\text{distanţa căutată}}{\text{lăţimea filmului}} = \frac{\text{distanţa focală}}{\text{lăţimea benzii}} = \frac{75}{24} \approx 3.$$

Astfel, pentru a afla la ce distanţă de ecran trebuie să ne aşezăm în acest caz, este suficient să înmulţim lăţimea filmului pe ecran cu 3. Dacă lăţimea imaginii pe ecran este de 6 paşi, atunci locul cel mai bun pentru vizionarea acestor cadre este situat la 18 paşi de ecran.

Acest fapt nu trebuie pierdut din vedere atunci când se experimentează diferitele propuneri care au drept scop de a face ca filmele să capete un aspect stereoscopic: este uşor să i se atribuie invenţiei experimentate ceea ce este datorat cauzelor arătate mai sus.

UN SFAT DAT CITITORILOR DE REVISTE ILUSTRATE

Reproducerile de fotografii din cărţi şi reviste au, desigur, aceleaşi proprietăţi ca şi fotografiile originale: ele devin de asemenea mai reliefate dacă sunt privite cu un singur ochi şi de la distanţa cuvenită. Deoarece fotografiile au fost realizate cu ajutorul unor aparate cu distanţe focale diferite, distanţa optimă pentru examinarea lor trebuie găsită prin încercări. Inchizând un ochi, ţineţi ilustraţia în mâna întinsă, astfel încât planul ei să fie perpendicular pe raza vizuală, iar ochiul deschis să se afle în dreptul mijlocului fotografiei. Apropiaţi acum treptat fotografia, privind-o mereu; veţi prinde cu uşurinţă momentul când el vă va apărea cel mai reliefat.

Multe fotografii, neclare şi plane la prima privire, capătă profunzime şi claritate dacă sunt privite aşa cum s-a recomandat mai sus. Adesea în felul acesta devin vizibile luciul apei şi alte efecte pur stereoscopice.

Este de mirare faptul că lucruri atât de simple sunt atât de puţin cunoscute, deşi aproape tot ce s-a expus aici s-a scris în cărţile de popularizare încă cu peste o jumătate de veac în urmă. În cartea lui W. Carpenter Bazele fiziologiei inteligenţei, editată în limba rusă încă din 1877, citim următoarele despre felul cum trebuie privită o fotografie:

„Este remarcabil faptul că efectul acestui mod de a privi tablourile fotografiate (cu un ochi!) nu se limitează la degajarea în relief a obiectului; alte particularităţi se manifestă cu o vioiciune şi realitate incomparabil mai mari, completind iluzia. Aceasta se referă mai ales la reprezentarea apelor statice, latura cea mai slabă a imaginilor fotografice în condiţiuni obişnuite. Dacă o astfel de imagine a apei este privită cu a m b i i ochi, atunci suprafaţa pare ca de ceară; dar dacă o privim cu un singur ochi, îi percepem cu uimire transparenţa şi adâncimea. Acelaşi lucru se poate spune şi despre diferitele proprietăţi ale suprafeţelor care reflectă lumina, de exemplu bronzul şi fildeşul. Materialul din care este făcut obiectul reprezentat în fotografie se recunoaşte mult mai uşor privind cu un singur ochi“.

Mai atragem atenţia asupra unui fapt. Dacă prin mărire fotografiile capătă mai multă viaţă, atunci prin micşorarea lor ele pierd în această privinţă. Este drept că fotografiile micşorate apar mai clare şi cu un contrast mai puternic, dar ele sunt plane şi nu produc impresia de adâncime şi de relief. După toate cele spuse mai sus, cauza este clară, o dată cu micşorarea fotografiei se micşorează şi „distanţa de perspectivă” corespunzătoare, care, de obicei, este şi aşa mică.

CUM TREBUIE PRIVITE TABLOURILE

Cele spuse despre fotografii sunt valabile în mare parte şi pentru tablourile create de mâna pictorului: ele pot fi privite cel mai bine de la o distanţă adecvată. Numai în acest caz veţi percepe perspectiva şi tabloul nu vi se va părea plan, ci adânc şi bine reliefat. Este bine de asemenea să-l privim tot cu un singur ochi, mai ales dacă el este de dimensiuni reduse.

„Se ştie de mult —scria în această privinţă psihologul englez W. Carpenter în lucrarea menţionată mai sus —că la o examinare mai atentă a tabloului, unde condiţiile de perspectivă, lumina, umbrele şi amplasarea generală a detaliilor corespund cu stricteţe realităţii reprezentate, impresia produsă este mult mai vie dacă privim cu un singur ochi şi nu cu a m î n d o i şi că efectul se amplifică când privim printr-o lunetă care înlătură tot ce înconjură tabloul. Acest fapt era explicat cu totul greşit în trecut. «Noi vedem cu un ochi mai bine decât cu amândoi — spunea Bacon – pentru că spiritele vieţii se concentrează astfel într-un loc şi acţionează cu mai multă forţă».

De fapt însă, când privim tabloul cu a m b i i ochi de la o distanţă moderată, atunci suntem nevoiţi să-l considerăm drept o suprafaţă plană; când privim însă cu un singur ochi, atunci creierul nostru este mai sensibil la impresia de perspectivă, lumină, umbră etc. De aceea, dacă privim cu încordare, tabloul ne apare în curând în relief şi poate atinge chiar materialitatea unui peisaj real. Deplinătatea iluziei va depinde mai ales de veridicitatea cu care a fost reprodusă în tablou proiecţia reală a obiectelor de plan. Avantajele privirii cu un singur ochi depind în aceste cazuri de faptul că creierul nostru este liber să, înţeleagă tabloul atunci când nimic nu-l forţează să vadă în el un tablou plan“.

Fotografiile micşorate după tablouri mari dau adesea o iluzie de relief mai deplină decât originalul. Veţi înţelege cauza acestui fenomen dacă vă veţi aminti că la micşorarea tabloului se reduce acea distanţă, de obicei mare, de la care urmează a privi imaginea; de aceea fotografia poate fi văzută în relief deja la o distanţă mai apropiată.

REPREZENTAREA ÎN PLAN A OBIECTELOR SPAŢIALE

Toate cele spuse mai sus despre modul cum trebuie privite fotografiile, precum şi picturile şi gravurile, rămânând juste în esenţă, nu trebuie totuşi înţelese în sensul că orice altă metodă de examinare a tablourilor plane nu poate produce asupra spectatorilor impresia de spaţiu. Fiecare artist, pictor, grafician sau fotograf îşi construieşte imaginea astfel încât ea să-l impresioneze pe spectator, indiferent de modul în care acesta o va examina; el nu poate conta pe faptul că vizitatorul expoziţiei va ocoli sălile cu un ochi închis şi va măsura distanţele de la care trebuie privit fiecare tablou.

Tehnica oricărei arte interpretative, inclusiv a fotografiei, dispune de posibilităţi largi pentru a reproduce spaţiu tridimensional în plan. Neidentitatea imaginilor obiectelor inegal depărtate, date de ambii ochi, nu este pentru noi singura sursă de percepere a adâncimii imaginii. Posibili tatea de a distinge diferitele planuri ale tabloului ne este oferită în mare măsură de aşa-numita „perspectivă aeriană”,

datorită căreia obiectele îndepărtate ne par mai puţin clare parcă sub vălul uşor de aer fumuriu.

Dacă planurile mai îndepărtate sunt reprezentate mai puţin clar şi în tonuri mai deschise, atunci toate acestea, laolaltă cu dimensiunile diferite ale obiectelor situate la distanţe diferite, produc impresia de adâncime spaţială independent de modul cum este privit tabloul. Pictorul poate crea o astfel de „perspectivă aeriană” combinând culorile şi nuanţele într-un mod corespunzător. Fotograful artist obţine un efect analog prin alegerea luminii, folosirea unui obiectiv cu con- traşt plăcut, precum şi a unei hârtii fotografice adecvate, care să permită realizarea unei varietăţi suficiente de tonalităţi luminoase. În fotografie, mare importanţă o are şi buna centralizare focală: dacă planul frontal este mai contrastant, iar celelalte plane mai îndepărtate „nu sunt în focar”, atunci în multe cazuri deja aceasta este suficient pentru a crea impresia de adâncime; dimpotrivă, dacă la folosirea unei diafragme înguste toate planurile apar la fel de contrastante, atunci imaginea pierde din adâncime şi apare plană.

În general depinde de priceperea artistului acea influenţă psihică exercitată asupra spectatorului datorită căreia acesfa din urmă percepe imaginea plană ca pe una spaţială independent de condiţiile fiziologice ale impresiilor vizuale, uneori chiar dacă legile perspectivei geometrice au fost încălcate.

CE ESTE STEREOSCOPUL?

Trecând de la tablouri la corpuri tridimensionale, ne punem întrebarea: de ce corpurile ne apar ca având un volum şi nu plane? Doar imaginea obţinută pe retina ochiului nostru este plană. Cum se întâmplă deci că obiectele privite de noi ne apar ca tridimensionale şi nu plane?

Aici acţionează mai multe cauze. În primul rând, gradul diferit de iluminare a diferitelor părţi ale obiectelor ne permite să ne dăm seama de forma lor. În al doilea rând, are importanţă şi încordarea pe care o simţim când ne acomodăm ochiul pentru a percepe clar diferitele părţi, inegal depărtate, ale obiectului cu trei dimensiuni: toate punctele unui tablou plan sunt egal depărtate de ochi, în timp ce diferitele puncte ale unui obiect volumetric se află la distanţe diferite, şi,

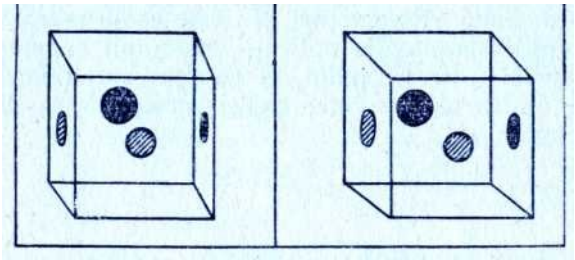


Figura 122 — Un cub de sticlă cu pete, privit cu ochiul stîng şi cu cel drept.



pentru a le putea vedea clar, ochiul trebuie „să se acomodeze” în mod inegal. Dar serviciul cel mai mare ni-l face faptul că imaginile recepţionate de fiecare ochi în parte nu sunt identice. Este uşor să ne convingem de acest lucru privind un obiect oarecare din apropiere succesiv cu câte un ochi. Imaginea percepută astfel nu este

identică pentru ambii ochi; în fiecare dintre ei tabloul este întrucâtva altul, şi tocmai această deosebire, interpretată de conştiinţa noastră, ne dă impresia de relief (fig. 120 şi 122.)

Imaginaţi-vă acum două desene ale aceluiaşi obiect: primul reprezintă obiectul aşa cum apare el ochiului stâng, iar cel de-al doilea aşa cum apare el ochiului drept. Dacă privim aceste imagini astfel încât fiecare ochi să-şi vadă numai desenul „său“, atunci în loc de două desene plane vedem unul în relief, chiar mult mai reliefat decât corpurile respective privite cu un singur ochi. Astfel de perechi de desene trebuie privite cu ajutorul unui dispozitiv special, numit stereoscop. Contopirea ambelor imagini se realizează în vechile stereo- scoape cu ajutorul unor oglinzi, iar în cele mai noi cu ajutorul unor prisme de sticlă convexe; ele refractă razele astfel încât prin prelungirea lor imaginară ambele imagini’ (puţin mărite datorită convexităţii prismelor) se suprapun. După cum vedem, ideea stereoscopului este foarte simplă, dar cu atât mai surprinzător este efectul obţinut prin mijloace atât de simple.

Este neîndoielnic faptul că majoritatea cititorilor noştri au avut ocazia să vadă fotografiile stereoscopice ale diferitelor scene şi peisaje. Poate că unii dintre ei au privit prin stereoscop şi unele desene ale diferitelor figuri, realizate în scopul studiului stereometriei. În cele ce urmează nu vom mai vorbi despre aceste aplicaţii mai mult sau mai puţin cunoscute ale stereoscopului, ci ne vom opri numai asupra acelora dintre ele pe care, credem, majoritatea cititorilor nu le cunosc.

STEREOSCOPUL NOSTRU NATURAL

La examinarea imaginilor stereoscopice ne putem lipsi chiar de orice aparat: trebuie doar să ne obişnuim să privim aceste imagini într-un mod corespunzător. Se obţine acelaşi rezultat ca şi cu ajutorul stereoscopului, cu deosebirea doar că imaginea nu este mărită. Inventatorul stereoscopului, Wheatstone, a recurs la început tocmai la aceste mijloace naturale.

Alătur aici o serie întreagă de desene stereoscopice, din ce în ce mai complexe, sfătuind pe cititori să caute să le privească direct, fără stereoscop. Succesul se obţine numai după mai multe exerciţii 1.

Începeţi cu figura 123, o pereche de puncte negre. Ţineţi desenul în faţa ochilor şi timp de câteva secunde fixaţi-vă privirea asupra intervalului dintre cele două pete; faceţi totodată efortul pe care-l depuneţi pentru a privi un obiect aşezat mai departe în spatele desenului. În curând după aceasta veţi observa deja patru pete în loc de două: fiecare

1 Trebuie să menţionez faptul că abilitatea de a vedea stereoscopic chiar folosind stereoscopul, nu poate fi obţinută de toţi oamenii; unii (de exemplu cei cu privire saşie sau cei care s-au obişnuit să folosească un singur ochi) sunt cu totul incapabili să vadă stereoscopic; alţii reuşesc după numeroase exerciţii; în sfârşit alţii, mai ales oamenii tineri, capătă această deprindere foarte repede, într-un sfert de oră.

Cerculeţ se va dubla. Apoi punctele laterale se vor depărta, iar cele interioare se vor apropia şi se vor contopi. Dacă veţi repeta aceeaşi experienţă cu figurile 124 şi 125,

atunci în ultimul caz veţi avea în faţa ochilor interiorul unei ţevi lungi care se depărtează.

Realizând şi acest lucru, puteţi trece la figura 126; aici trebuie să vedeţi nişte corpuri geometrice care sunt suspendate în aer. Figura 127 ne reprezintă coridorul lung al unei clădiri de piatră sau un tunel, iar în figura 128 puteţi admira iluzia unei sticle transparente de acvariu. În sfârşit, în figura 129 în faţa noastră este deja un tablou întreg, un peisai marin.

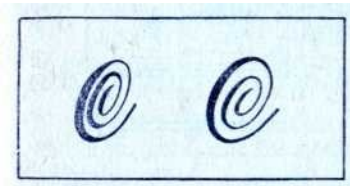


Figura 124 — Repetaţi experienţa cu această pereche de desene. Obţinînd contopirea, treceţi la exerciţiul următor.

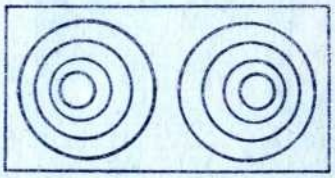


Figura 125 — Cînd aceste imagini se contopesc, veţi vedea în faţa voastră interiorul unei ţevi care pleacă în depărtare.

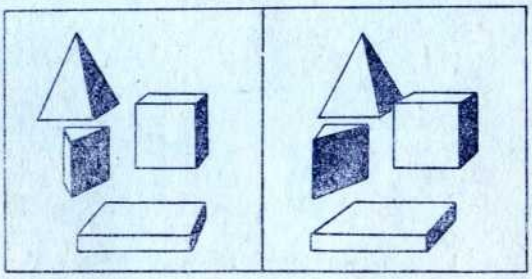


Figura 126 — Aceste patru corpuri geometrice, la contopirea imaginilor, apar ca suspendate în aer.

Este relativ uşor să ne obişnuim să privim astfel direct perechile de imagini. Mulţi dintre cunoscuţii mei au deprins această artă într-un timp scurt, după un număr mic de încer-

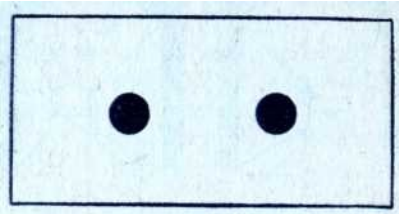


Figura 123 — Fixaţi privirea cîteva secunde pe intervalul dintre pete. Ambele pete negre se contopesc.

cari. Miopii şi prezbiţii, care poartă ochelari, pot să nu şi-i scoată, ci să privească imaginea aşa cum se priveşte orice tablou. Încercaţi să apropiaţi şi să depărtaţi desenul de ochi până găsiţi distanţa necesară. În orice caz, experienţele trebuie făcute la o lumină bună; aceasta contribuie la succes.

Învăţându-vă să priviţi fără stereoscop desenele reprezentate aici, puteţi folosi experienţa

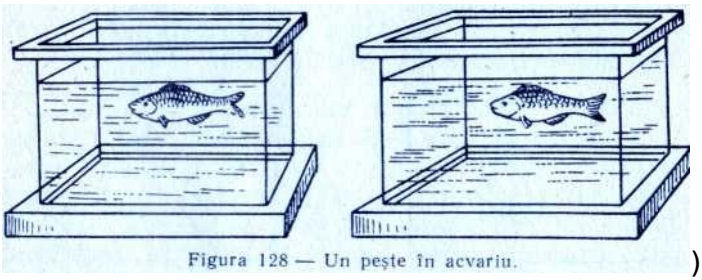


Figura 128 — Un peşte în acvariu.

)

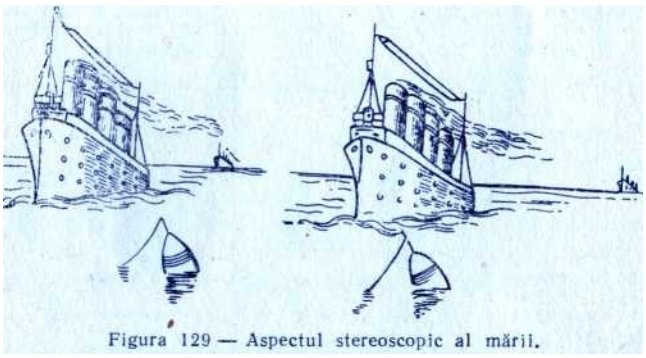


Figura 129 — Aspectul stereoscopic al mării.

acumulată pentru a privi în general fotografiile stereoscopice lipsindu-vă de un aparat special. Puteţi încerca să priviţi cu ochiul liber şi desenele stereoscopice din figurile 130

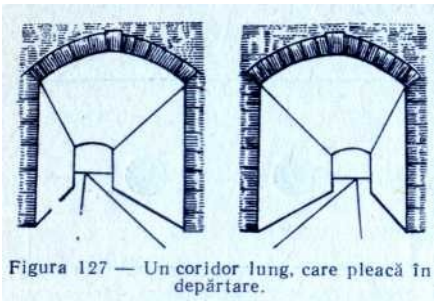


Figura 127 — Un coridor lung, care pleacă în depărtare.

şi 133. Totuşi, nu trebuie să exageraţi în exerciţiile dumneavoastră pentru a nu obosi ochii.

Dacă nu veţi reuşi să vă deprindeţi să vă comandaţi cum trebuie ochii, atunci, neavând la îndemână un stereoscop, puteţi folosi lentilele de ochelari pentru prezbiţi; ele trebuie astfel lipite sub deschizăturile făcute într-un carton, încât să puteţi privi numai prin marginile interioare ale sticlelor; între desene trebuie să aşezăm un obstacol oarecare. Acest stereoscop simplu îşi atinge pe deplin scopul.

CU UNUL ŞI CU DOI OCHI

În figura 130 în stânga sus sunt reproduse nişte fotografi care reprezintă trei sticle de farmacie care par a fi de aceleaşi dimensiuni. Oricât de atent veţi privi aceste imagini, nu veţi descoperi între aceste sticle nicio deosebire în ceea ce priveşte dimensiunile lor. Şi totuşi există o deosebire, şi încă una mare. Sticlele par egale numai pentru că nu se află la o distanţă egală de ochi sau de aparatul fotografic: sticla cea mare este îndepărtată mai mult decât cele mai mici. Dar care anume

dintre cele trei sticle reprezentate este mai apropiată şi care mai îndepărtată? Acest lucru nu-l putem constata prin simpla examinare a imaginilor.

Totuşi, această problemă se rezolvă uşor dacă recurgem la serviciile stereoscopului sau la ajutorul acelei vederi stereoscopice fără aparat despre care am vorbit mai sus. Atunci veţi vedea clar că ultima sticlă din stânga este mult mai îndepărtată faţă de cea din mijloc, care, la rândul ei, este mai îndepărtată decât cea din dreapta. Raportul real dintre dimensiunile sticlelor este arătat în desenul din dreapta.

Un caz şi mai interesant avem în figura 130 jos. Vedeţi aici o reproducere a unor fotografii de vaze, luminări şi ceasuri, ambele vase şi ambele luminări apărând ca absolut egale în mărime. În realitate însă, ele diferă foarte mult ca dimensiuni; vaza din stânga este de aproape două ori mai înaltă decât cea din dreapta, iar lumânarea din stânga este mult mai joasă decât ceasul şi decât lumânarea din dreapta. La

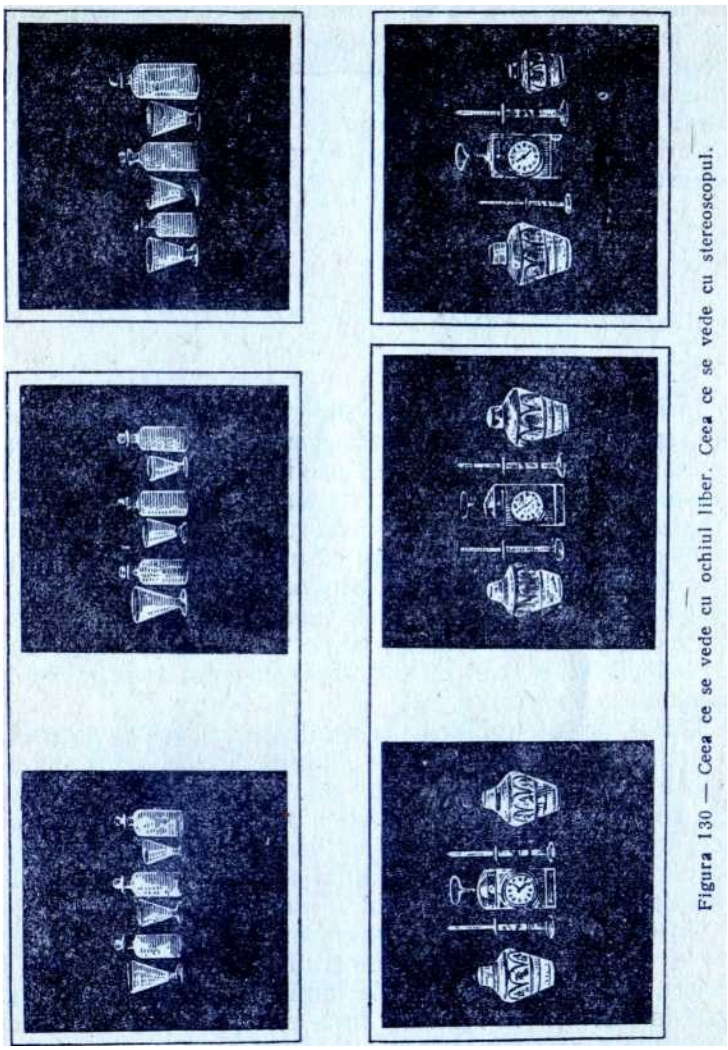


Figura 130 — Ceea ce se vede cu ochiul liber. Ceea ce se vede cu stereoscopul.

examinarea stereoscopică a aceloraşi desene se va descoperi imediat cauza metamorfozei: obiectele nu sunt aşezate în acelaşi rând, ci sunt plasate la distanţe diferite: cele mari mai departe, cele mici mai aproape.

Aici apar şi mai evidente avantajele privirii stereoscopice „cu doi ochi“ faţă de cea cu „un ochi“.

UN MIJLOC SIMPLU DE A DESCOPERI FALSURILE

Există două desene cu totul identice, de exemplu două» pătrate negre egale. Privindu-le în stereoscop, vedem un singur pătrat, care nu se deosebeşte cu nimic de fiecare dintre cele două în parte. Dacă în centrul fiecăruia dintre gele două pătrate există un punct alb, atunci şi el se va găsi la locul lui în pătratul văzut în stereoscop. Dar îndată ce punctul acesta va fi puţin deplasat din centru într-unul dintre cele două pătrate, se obţine un efect destul de neaşteptat: ca şi înainte, în stereoscop se va vedea un singur punct, dar el nu va apărea în câmpul pătratului, ci în faţa sau î n spatele acestuia! Este suficient să existe cea mai mică deosebire între cele două desene, ca ele, privite cu stereoscopul, să ne producă impresia de adâncime.

Aceasta oferă un mijloc simplu de a descoperi bancnotele şi documentele falsificate. Este suficient să aşezăm în stereoscop bancnota dubioasă alături de cea bună, pentru a descoperi de îndată falsul oricât de abil ar fi el: cea mai mică deosebire între litere sau haşuri va apărea în faţa sau în spatele fondului E

1 Această idee, exprimată pentru prima dată la mijlocul secolului al XIX-lea de Dove, nu se poate aplica tuturor bancnotelor din zilele noastre. Condiţiile tehnice în care ele sunt tipărite sunt de aşa natură, încât imaginile obţinute nu dau în stereoscop o imagine plană, chiar dacă niciuna din bancnote nu este falsă. În schimb, metoda lui Dove este pe deplin utilizabilă pentru a deosebi două imprimări făcute cu litere de carte din aceeaşi casetă de una făcută cu un alt set de litere.

VEDEREA URIAŞILOR

Când obiectul se găseşte foarte departe de noi, la o distanţă de peste 450 m, atunci distanţa dintre ochii noştri nu mai poate influenţa asupra deosebirii dintre impresiile vizuale. De aceea clădirile şi munţii îndepărtaţi, precum şi întregul

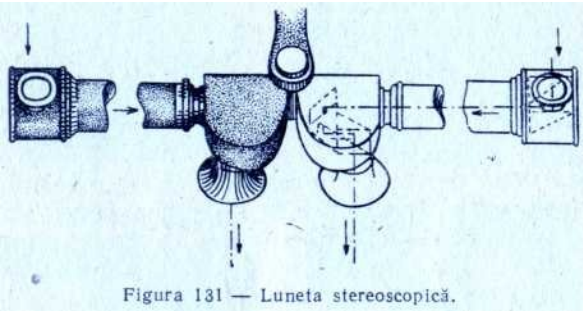


Figura 131 — Luneta stereoscopică.

peisaj ni se par plane. De aceea şi aştrii cereşti ne apar la aceeaşi distanţă, deşi Luna este mult mai apropiată decât planetele, iar acestea, la rândul lor, sunt mult mai apropiate decât stelele fixe.

În general, pentru toate obiectele situate la o distanţă de peste 450 m, noi ne pierdem total capacitatea de a le percepe în relief; atât ochiului drept, cât şi celui stâng ele le apar ca absolut identice, pentru că cei 6 cm care distanţează pupilele

ochilor noştri sunt prea puţin în comparaţie cu 450 m. Se înţelege că şi fotografiile stereoscopice obţinute în aceste condiţii sunt absolut identice şi nu pot da în stereoscop iluzia reliefului.

Dar acest neajuns poate fi înlăturat cu uşurinţă: obiectele îndepărtate trebuie fotografiate din două puncte care să se afle între ele la o distanţă mai mare decât distanţa normală dintre ochi. Privind asemenea fotografii în stereoscop, peisajul ne apare aşa cum l-am vedea dacă distanţa dintre ochii noştri ar depăşi-o mult pe cea obişnuită. În aceasta stă secretul obţinerii imaginilor stereoscopice ale peisajelor. De obicei ele sunt privite prin prisme cu laturi convexe, care măresc imaginea, astfel încât asemenea imagini stereoscopice ne apar în mărime naturală; se obţine un efect surprinzător.

Probabil că cititorul a înţeles că este posibilă realizarea a două lunete care să permită vizionarea în relief a peisajului respectiv în natură şi nu în fotografie. Aceste aparate – 1 u – nete-foarfece —există cu adevărat: cele două lunete sunt plasate la o distanţă mai mare una de alta decât distanţa normală dintre ochi, iar ambele imagini cad pe retină prin intermediul unor prisme de reflecţie (fig. 131). Este greu de descris senzaţia pe care o ai atunci când foloseşti asemenea instrumente, într-atât de neobişnuite sunt ele! întreaga natură se transformă. Munţii îndepărtaţi capătă relief, totul din jur – copacii, stâncile, clădirile, corăbiile de pe luciul mării — se bombează, se reliefează, se situează într-un spaţiu infinit, încetează de a mai fi plasate pe un ecran plan. Vedeţi cu ajutorul acestor aparate cum se mişcă nava îndepărtată, care t de obicei vă pare imobilă. Aşa le-ar fi apărut lumea noastră terestră uriaşilor din poveste.

Dacă lunetele măresc de 10 ori, iar distanţa dintre obiective este de şase ori mai mare decât distanţa normală dintre pupile (adică este egală cu 6,5 X 6 = 39 cm), atunci imaginea percepută este de 6 X 10=^ 60 ori mai expresivă decât atunci când este privită cu ochiul liber. Aceasta îşi găseşte expresia în faptul că chiar şi obiectele îndepărtate cu 25 km mai sunt suficient de reliefate.

Pentru geodezi, marinari, artilerişti, călători, asemenea lunete sunt pur şi simplu de neînlocuit, mai ales dacă sunt prevăzute cu o scară cu ajutorul căreia se pot măsura distanţele (telemetrele stereoscopice).

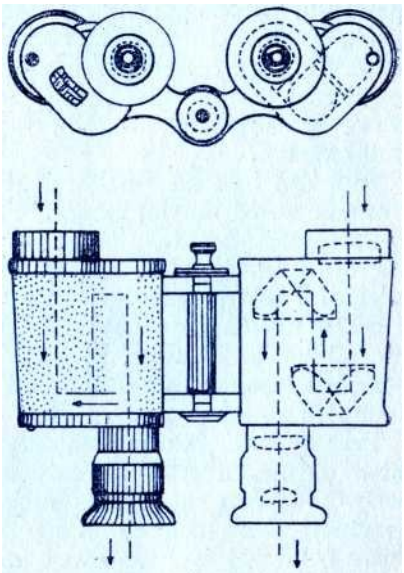


Figura 132 — Binoclul cu prisme.

Binoclul cu prisme Zeiss dă şi el acelaşi efect, deoarece distanţa dintre obiectivele lui este mai mare decât distanţa normală dintre ochii noştri (fig. 132). În binoclurile de teatru, dimpotrivă, distanţa dintre obiective este micşorată, pentru a slăbi reliefarea (pentru ca culisele să nu apară împrăştiate).

UNIVERSUL ÎN STEREOSCOP

Dacă îndreptăm luneta-foarfece spre Lună sau spre un oarecare alt corp ceresc, atunci nu vom observa niciun fel de relief. Acest lucru era şi de aşteptat, pentru că distanţele astrale sunt prea mari chiar şi pentru lunetele-foarfece. Ce înseamnă cei 30—50 cm care separă între ele obiectivele aparatului în comparaţie cu distanţa de la Pământ până la aştri? Dacă ar fi posibilă construirea unui aparat în care distanţa dintre cele două lunete să fie de zeci şi chiar sute de kilometri, nici chiar atunci nu s-ar obţine niciun efect în urmărirea aştrilor aflaţi la o distanţă de zeci de milioane de kilometri.

Aici din nou ne vine în ajutor fotografia stereoscopică. Presupunem că am fotografiat ieri o planetă oarecare şi azi am fotografiat-o a doua oară; ambele fotografii au fost realizate din acelaşi punct terestru, dar din puncte diferite ale sistemului solar, pentru că în 24 de ore Pământul a parcurs pe orbită milioane de kilometri. Este firesc faptul că fotografiile nu vor fi identice. Şi dacă astfel de fotografii le veţi aşeza în stereoscop, atunci nu veţi mai vedea o imagine plană, ci una în relief.

Prin urmare, folosind mişcarea Pământului pe orbita sa, putem obţine fotografii ale corpurilor cereşti din două puncte foarte îndepărtate; aceste fotografii vor fi stereoscopice. Imaginaţi-vă un uriaş cu un cap atât de gigant, încât distanţa dintre ochii lui se măsoară cu milioane de kilometri şi veţi înţelege ce rezultate uimitoare obţin astronomii cu ajutorul stereofotografiei cereşti.

Examinând fotografiile stereoscopice ale Lunii, vedem cum imaginea se bombează vizibil; s-ar părea că mâna unui scuip- tor gigant a dat viaţă unor mase informe,

plane, lipsite de viaţă. Relieful este atât de clar, încât cu ajutorul acestor fotografii s-a putut chiar măsura înălţimea munţilor din Lună.

În prezent stereoscopul este folosit pentru descoperirea unor noi planete, tocmai a acelor mici planete (a s t e r o i z i) care se rotesc în număr mare între orbitele lui Marte şi a lui Jupiter. Încă nu de mult găsirea lor se datora unor întâmplări fericite. Acum însă este suficient să se compare stereoscopic două fotografii ale sectorului de cer respectiv (fotografiile fiind obţinute în diferite timpuri); stereoscopul va scoate imediat în evidentă asteroidul dacă acesta există în proba luată, pentru că el se va detaşa de pe fondul general.

Stereoscopul reuşeşte să arate nu numai diferenţa dintre poziţia punctelor, dar şi deosebirile de luminozitate. Astfel astronomul are la dispoziţie o metodă comodă de a găsi aşa-num iţele stele alternative, care-şi variază periodic strălucirea. Dacă pe două fotografii ale cerului luminozitatea nu apare aceeaşi, atunci stereoscopul îi va arăta astronomului această stea care şi-a schimbat strălucirea.

În sfârşit, s-a reuşit să se obţină şi stereofotografia nebuloaselor (Andromeda, Orion); pentru astfel de fotografii, sistemul solar este prea mic şi astronomii au folosit mişcarea sis- ’ ternului nostru printre stele; datorită acestei mişcări în spaţiul cosmic, vedem mereu universul astral din puncte de vedere mereu noi şi, după scurgerea unui interval de timp suficient, această deosebire poate deveni simţitoare chiar pentru aparatul fotografic. Şi atunci căpătăm posibilitatea ca, făcând două fotografii distanţate între ele printr-un interval de timp îndelungat, să le examinăm în stereoscop.

VEDEREA CU TREI OCHI

Să nu credeţi că cel de-al treilea ochi este aici o scăpare din vedere, cum este cea de-a treia ureche în gura lui Ivan Ignatievici din Fata căpitanului: „El vă loveşte, iar dumneavoastră îi trageţi una la o ureche, la a doua, la a treia şi vă despărţiţi”. Noi dorim să vorbim într-adevăr despre felul cum se poate vedea cu trei ochi.

A vedea cu trei ochi? Oare este posibil acest lucru? Avem intenţia să vorbim aici tocmai de o astfel de vedere. Ştiinţa nu are posibilitatea de a-i da omului un al treilea ochi, dar poate oferi posibilitatea de a vedea obiectul astfel cum ar apărea el unei fiinţe cu trei ochi.

Începem cu aceea că omul care şi-a pierdut un ochi are pe deplin posibilitatea de a privi fotografiile stereoscopice şi de a obţine acea impresie de relief pe care nu o poate căpăta direct. Pentru aceasta trebuie să se proiecteze pe ecran, într-o succesiune rapidă, fotografiile realizate pentru ochiul drept şi cel stâng; ceea ce omul cu doi ochi vede simultan, cel cu un singur ochi vede succesiv, alternându-se rapid. Dar rezultatul obţinut este unul şi acelaşi, pentru că impresiile vizuale ce se succed foarte repede se contopesc şi ele într-o singură imagine ca şi cele simultane L

Dar dacă este aşa, atunci omul cu d o i ochi poate vedea simultan: cu un ochi două fotografii care se succedă rapid, iar cu celălalt încă o fotografie, luată dintr-un al treilea punct de vedere.

Cu alte cuvinte, se fac trei fotografii ale unuia şi aceluiaşi obiect, corespunzător la trei puncte diferite, ca şi cum ar fi văzute cu trei ochi. Apoi două dintre aceste fotografii sunt făcute să acţioneze într-o succesiune rapidă asupra unui ochi al observatorului; succedându-se rapid, imaginile se contopesc într-o imagine complexă în relief. La această imagine se adaugă o a treia impresie, de la cel de-al doilea ochi, care priveşte cea de-a treia fotografie.

În aceste condiţii noi, deşi privim numai cu doi ochi, obţinem exact aceeaşi impresie pe care am fi avut-o privind cu trei ochi. În acest caz, senzaţia de relief este maximă.

1 Este posibil că reliefarea, uneori uimitoare, a filmelor cinematografice se explică, în parte, afară de cauzele arătate înainte, şi prin acel efect despre care se vorbeşte acum: dacă aparatul care a fost folosit la filmarese leagănă ritmic în timpul filmărilor (cum se întâmplă adesea în urma funcţionării mecanismului care deplasează banda), imaginile nu s-au obţinut identice; prin succesiunea rapidă a cadrelor pe ecran, ele se contopesc în conştiinţă într-o imagine în relief.

CE ESTE LUCIUL?

Stereofotografia reprodusă în figura 133 reprezintă nişte poligoane: unul cu negru pe alb, celălalt cu alb pe negru.

Ce am vedea privind aceste desene în stereoscop? Este greu de prevăzut. Să-l ascultăm pe Helmholtz:

„Când, într-un desen stereoscopic, un plan oarecare este reprezentat în alb şi altul în negru, atunci în imaginea lui contopită el apare strălucitor, chiar când pentru desen s-a folosit o hârtie cu totul mată. Desenele stereoscopice ale modelelor de cristale (astfel realizate) produc impresia că modelul cristalelor este făcut din grafit lucios. Prin această metodă se obţin şi mai bine pe fotografiile stereoscopice luciul apei, al frunzelor ş.a.“. I

În cartea veche, dar care este încă departe de a se fi învechit, a marelui nostru fiziolog Secenov, Fiziologia organelor de simţ. Vederea (1867), găsim o excelentă explicaţie a acestui fenomen. Iat-o:

„în experienţele de contopire stereoscopică artificială a suprafeţelor luminate sau colorate într-un mod diferit se repetă condiţiile reale ale vederii corpurilor lucioase. Prin ce se deosebeşte de fapt suprafaţa mată de cea lucioasă (şlefuită)? Prima reflectă difuz lumina în toate părţile şi de aceea îi apare ochiului totdeauna egal luminată din orice parte ar fi privită; suprafaţa şlefuită însă reflectă lumina numai în anumite direcţii; de aceea sunt posibile chiar acele cazuri când unul dintre ochii omului care priveşte o astfel de suprafaţă primeşte de la ea multe raze reflectate, iar celălalt aproape nimic (aceste condiţii corespund tocmai cazului contopirii stereoscopice a suprafeţei albe cu cea neagră); cazurile de distribuire inegală a luminii reflectate între ochii observatorului (adică cazurile când într-un ochi vine mai multă lumină decât în celălalt) la examinarea suprafeţelor şlefuite lucioase sunt, evident, inevitabile.

Astfel cititorul vede că luciul stereoscopic reprezintă o demonstraţie în folosul ideii că experienţa joacă un rol primar în actul de contopire materială a imaginilor. Lupta dintre câmpurile de vedere îşi cedează imediat locul percepţiei stabile îndată ce aparatul vizual, educat prin experienţă, capătă posibilitatea de a raporta deosebirile dintre ele la un oarecare caz cunoscut de percepţie vizuală reală“.

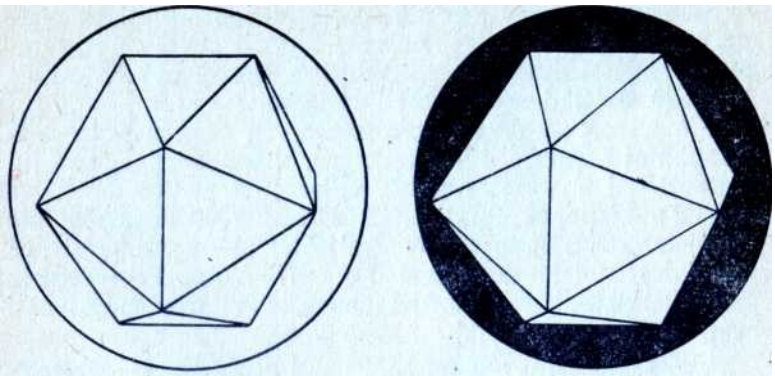


Figura 133 — Luciu stereoscopic. Contopindu-se la examinarea în stereoscop, aceste desene dau imaginea unui cristal lucios pe un fond negru.

Astfel, cauza faptului că vedem luciu (cel puţin una dintre cauze) constă în luminozitatea imaginilor primite de ochiul drept şi de cel stâng. Credem că fără stereoscop această cauză nu ne-ar fi putut fi dezvăluită.

VEDEREA ÎN TIMPUL MIŞCĂRII RAPIDE

Am arătat mai sus că diferitele imagini ale unuia şi aceluiaşi obiect, contopindu-se în ochiul nostru atunci când se succedă rapid, creează impresia vizuală a reliefului.

Se naşte întrebarea: se întâmplă aceasta numai când imagini fixe sunt percepute de un ochi imobil sau acelaşi lucru se va observa şi în cazul echivalent când imaginile fixe sunt rapid percepute de un ochi care se deplasează? Se constată, cum era şi de aşteptat, că şi în acest caz se obţine efect stereoscopic. Probabil că mulţi cititori au observat că filmele cinematografice realizate dintr-un tren care se deplasează cu vi teză sunt puternic reliefate, în orice caz nu sunt cu nimic mai prejos decât imaginile obţinute în stereoscop. Noi putem să ne convingem de aceasta şi direct dacă acordăm suficientă atenţie imaginilor vizuale pe care le percepem când ne deplasăm rapid cu trenul sau cu automobilul: peisajele astfel observate se caracterizează prin stereoscopicitate, prin desprinderea distinctă a planului frontal din planul din spate. Senzaţia de profunzime creşte rapid, se adânceşte peste cei 450 m care sunt limita vederii stereoscopice pentru ochiul imobil.

Dar oare nu în aceasta se ascunde cauza impresiei plăcute pe care o produce asupra noastră peisajul privit din fereastra unui vagon care se deplasează rapid? Depărtarea goneşte în urmă şi noi distingem clar imensitatea tabloului naturii care se desfăşoară în jurul nostru. Când trecem cu automobilul printr-o pădure, atunci, din aceeaşi cauză, fiecare copac, creangă, frunză ne apar clar delimitate în spaţiu, separate una de alta, fără a se contopi într-un tot întreg, cum se întâmplă pentru un observator imobil. Iar la o deplasare rapidă pe şosea într-o ţară muntoasă, întregul relief al terenului este perceput direct de ochi, munţii şi văile sunt percepute cu o

plasticitate senzorială. Toate acestea sunt accesibile şi pentru oamenii cu un singur ochi, pentru care senzaţiile descrise sunt cu totul noi, necunoscute încă. Am mai menţionat faptul că pentru a vedea în relief nu este de loc necesară, după cum se crede de obicei, perceperea simultană a diferitelor tablouri neapărat cu doi ochi dacă diferitele tablouri se contopesc la o succesiune destul de rapidă T

Nimic nu este mai uşor decât să verificăm cele spuse; pentru aceasta este necesar să fim doar puţin atenţi la ceea ce percepem stând în vagonul de tren sau în autobuz. Veţi observa poate totodată şi un alt fenomen curios, despre care a scris încă Dove cu o sută de ani în urmă (într-adevăr este nou ceea ce este complet uitat!): obiectele apropiate care străfulgeră prin faţa ochilor par micşorate. Acest fapt se explică printr-o cauză care are puţină legătură cu vederea

1 Astfel se explică stereoscopia pronunţată a filmelor cinematografice dacă ele au fost filmate dintr-un tren care face o curbă când obiectele filmate se aflau în direcţia razei curburii. „Efectul de cale ferată”, pe care-l ăvem în vedere aici, este bine cunoscut operatorilor de cinematograf.

Stereoscopică, şi anume prin aceea că, văzând nişte obiecte care se mişcă atât de repede, tragem concluzii greşite despre distanţa la care se află ele; în mod inconştient noi ne facem greşit următoarea socoteală: dacă obiectul este mai aproape de noi, atunci în natură el trebuie să fie mai mic decât obişnuit pentru a părea de aceeaşi mărime ca totdeauna. Această explicaţie a fost dată de Helmholtz.

PRIN OCHELARI COLORAŢI

Dacă veţi privi printr-o sticlă roşie o inscripţie făcută cu roşu pe alb, atunci veţi vedea doar un fond roşu şi atât. Nu veţi distinge nicio urmă de inscripţie, pentru că literele roşii se confundă cu fondul roşu. Privind prin aceeaşi sticlă o inscripţie făcută cu albastru pe alb, veţi vedea clar nişte litere negre pe fondul roşu. De ce ele sunt negre, este uşor de înţeles: sticla roşie nu permite trecerea razelor albastre (ea eşte tocmai de aceea roşie pentru că permite să treacă numai razele roşii); prin urmare, în locul literelor albastre apare lipsa luminii şi, ca atare, literele par negre.

Pe această proprietate a sticlelor colorate se bazează acţiunea aşa-numitelor anaglife, adică a unor tablouri imprimate într-un anumit fel şi care dau acelaşi efect ca şi fotografiile stereoscopice. În anaglife ambele imagini, cea corespunzătoare ochiului drept şi cea corespunzătoare ochiului stâng, sunt imprimate suprapus, dar cu culori diferite: albastru şi roşu.

Pentru a vedea în locul acestor două imagini colorate una singură, dar în negru şi relief, este suficient să folosim ochelari coloraţi. Ochiul drept, prin sticla roşie, vede numai imaginea albastră, adică aceea care corespunde ochiului drept (această imagine apare acum neagră). Ochiul stâng, prin sticla albastră, vede numai imaginea roşie ce-i corespunde. Fiecare ochi vede o singură imagine, şi anume pe aceea care-i corespunde. Avem aici aceleaşi condiţii ca şi în stereoscop şi, prin urmare, rezultatul trebuie să fie acelaşi: se obţine impresia de relief.

„MIRACOLUL UMBRELOR“

Pe principiul examinat mai sus se bazează şi efectul acelor „miracole ale umbrelor”, redate uneori în cinematografe.

„Miracolul umbrelor” constă în aceea că umbrele unor figuri în mişcare, proiectate pe ecran, le apar spectatorilor (înarmaţi cu ochelari bicolori) sub forma unor imagini în relief plasate în faţa ecranului. Aici iluzia se obţine prin folosirea efectului stereoscopiei bicolore. Obiectul, a cărui umbră urmează a fi arătată, este plasat între ecran şi două surse de lumină, roşie şi verde, aşezate alături. Pe ecran se obţin două umbre colorate: una în roşu şi una în verde care se suprapun parţial. Spectatorii nu privesc aceste umbre direct, ci prin nişte ochelari cu sticle plane, colorate în roşu şi în verde.

S-a explicat mai sus în ce condiţii se obţine iluzia unei imagini în relief care apare în faţa planului ecranului. Iluziile oferite de „miracolul umbrelor” sunt foarte nostime: uneori pare că un obiect aruncat zboară direct spre spectator;

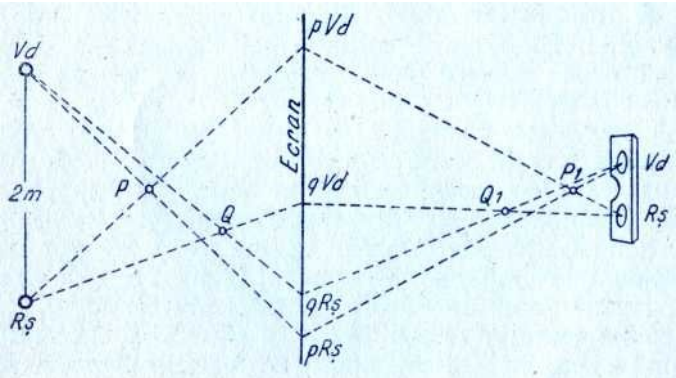


Figura 134 — Secretul „miracolului umbrelor".

un păianjen uriaş păşeşte prin văzduh, făcând ca publicul să tresară şi să ţipe involuntar. Aparatura folosită este foarte simplă; ea este uşor de înţeles din figura 134, unde Vd, şi Rş indică lampa verde şi cea roşie (stânga), P şi Q sunt obiec- tele aşezate între lampă şi ecran, p şi q cu indicele Vd şi Rş umbrele colorate ale acestor obiecte proiectate pe ecran,

P-l şi Qx locurile din care aceste obiecte sunt văzute de spectator prin ochelarii lui coloraţi: în verde (Vd) şi în roşu (Rş). Când „păianjenul” din spatele ecranului este deplasat din Q în P, atunci spectatorului i se pare că el aleargă din Qx în Px.

În general, apropierea obiectului de dincolo de ecran de sursa de lumină, condiţionând creşterea umbrei pe ecran, creează iluzia că obiectele se deplasează dinspre ecran spre spectator. Tot ce spectatorului i se pare că zboară spre el se deplasează, de fapt, în direcţia opusă; de la ecran înapoi, spre sursa de lumină.

TRANSFORMĂRILE INEDITE ALE CULORILOR

Găsim de cuviinţă să vorbim aici despre un şir de experienţe care le-au plăcut foarte mult vizitatorilor „Pavilionului de ştiinţă distractivă”, organizat pe insulele Kjrov din Leningrad. Unul dintre colţurile pavilionului este mobilat ca un salon. Se vede mobila acoperită cu huse de culoare portocalie-închis; masa este acoperită cu o faţă de masă verde; pe ea este o carafă cu un lichid roşu şi flori; rafturile sunt pline cu

cărţi, pe ale căror cotoare titlurile sunt imprimate în diferite culori. Toate acestea sunt arătate întâi la o lumină albă obişnuită. Apoi, printr-o simplă răsucire a întrerupătorului, lumina albă este înlocuită cu una roşie; întregul aspect • al salonului se schimbă instantaneu; husele devin de culoare roz, faţa de masă mov-închis, lichidul din carafă îşi pierde culoarea, devenind ca apa, florile îşi schimbă şi ele coloritul, părând a fi cu totul altele, o parte din titlurile de pe cotoarele cărţilor dispare fără urmă...

Din nou este răsucit întrerupătorul şi o lumină verde se revarsă spre salonul care din nou devine de nerecunoscut.

Toate aceste metamorfoze ilustrează bine învăţătura lui Newton despre culoarea corpurilor. Esenţa învăţăturii constă în aceea că suprafaţa corpului nu are niciodată culoarea acelor ■ raze pe care ea le absoarbe, ci a acelora pe care ea le difuzează, trimiţându-le în ochiul observatorului. Fizicianul englez Tendal, cunoscutul compatriot al lui Newton, formulează astfel acest principiu:

„Când asupra obiectelor cade lumina albă, atunci culoarea roşie se formează de pe urma absorbţiei razelor verzi, iar cea verde de pe urma absorbţiei celor roşii, în timp ce, în ambele cazuri, celelalte culori apar. Prin urmare, corpurile îşi capătă culoarea în mod negativ: culoarea nu este un rezultat al adăugirii, ci al eliminării".

Prin urmare, faţa de masă de culoare verde este verde la lumina albă tocmai pentru că ea împrăştie în principal razele verzi şi pe cele alăturate din spectru; celelalte raze le disipează în cantităţi mici, absorbind cea mai mare parte din ele. Dacă asupra unei astfel de feţe de masă îndreptăm un amestec de raze roşii şi violete, atunci faţa de masă va împrăştia aproape exclusiv numai pe cele violete, absorbind cea mai mare parte din razele roşii. Ochiul va percepe culoarea mov-închis.

Aproximativ aceeaşi este cauza tuturor celorlalte metamorfoze coloristice din colţul salonului. Apare inexplicabilă doar decolorarea lichidului din carafă: de ce un lichid roşu, în lumină de asemenea roşie, pare incolor? Secretul constă în aceea că carafa cu lichidul este aşezată pe un şerveţel alb aşternut peste faţa de masă verde. Dacă carafa este ridicată de pe masă, se observă imediat că lichidul apare roşu şi nu incolor. El apare incolor numai în vecinătatea şerveţelului, care devine roşu în lumina roşie, dar pe care, din obişnuinţă şi prin contrast cu faţa de masă de culoare mai închisă, continuăm să-l considerăm alb. Iar deoarece culoarea lichidului din carafă este identică cu aceea a şerveţelului pe care-l considerăm alb, ni se pare că lichidul este alb şi el.

Experienţe asemenea celei descrise se pot face şi într-o ambianţă simplificată: este suficient să facem rost de sticle colorate prin care să privim obiectele înconjurătoare.

ÎNĂLŢIMEA UNEI CĂRŢI

Propuneţi-i unui musafir să vă arate cu degetul pe perete până la ce nivel va ajunge cartea pe care o ţine el în mână, dacă o va aşeza în picioare pe podea. Când va face acest lucru, aşezaţi cartea pe podea: se va constata că înălţimea ei este aproape de două ori mai mică decât cea apreciată!

Experienţa reuşeşte deosebit de bine dacă cel întrebat nu se apleacă pentru a indica înălţimea respectivă, ci vă arată numai prin cuvinte în ce loc anume trebuie făcut semnul pe perete. Se înţelege că această experienţă poate fi făcută nu numai cu cartea, ci şi cu o lampă, o pălărie sau cu alte obiecte pe care ne-am obişnuit să le vedem cam la nivelul ochilor noştri.

Cauza greşelii constă în aceea că toate obiectele par mai mici dacă sunt privite în lungul lor.

## DIMENSIUNILE CEASURILOR DIN TURNURI

Greşeala pe care a făcut-o musafirul dumneavoastră apreciind înălţimea cărţii o facem noi mereu atunci când determinăm mărimea obiectelor aşezate la o înălţime mare. Este deosebit de frecventă greşeala pe care o facem la determinarea dimensiunilor ceasurilor din turnuri. Ştim, desigur, că astfel de ceasuri sunt foarte mari, şi, cu toate acestea, aprecierile noastre asupra mărimii lor sunt foarte departe de realitate. În figura 135 este reprezentat cadranul renumitului ceas de pe turnul catedralei Westminster din Londra, ca şi cum ar fi transportat pe caldarâmul străzii.

Oamenii par nişte furnici în comparaţie cu el. Privind însă turnul ce se înalţă în depărtare, nu vă vine să credeţi că deschiderile sale sunt de dimensiunile acestui ceas.

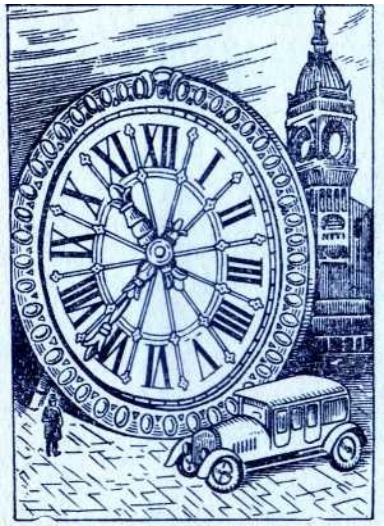


Figura 135 — Dimensiunile ceasului din turnul catedralei Westminster.

## ALB ŞI NEGRU

Priviţi de la distanţă figura 136 şi spuneţi câte cerculeţe negre ar putea încăpea în intervalul liber dintre cerculeţul de jos şi oricare dintre cele două cerculeţe de sus: patru sau cinci? Veţi răspunde, probabil, că patru cerculeţe vor încăpea liber, iar pentru cel de-al cincilea, pe cât se pare, nu s-ar mai găsi loc.

Când vi se va spune că în acest interval încap exact trei cerculeţe şi nu mai mult, sunt sigur că nu veţi crede. Luaţi o bucăţică de hâr- tie sau un compas şi vă veţi convinge că nu aveţi dreptate.

Această iluzie stranie, datorită căreia părţile negre par ochiului nostru mai mici decât cele albe de aceleaşi dimensiuni, poartă denumirea de, ; iradiaţie“. Ea depinde de imperfecţiunea ochiului nostru, care, ca aparat optic, nu corespunde pe deplin cerinţelor riguroase ale opticii. Mediile lui de refracţie nu dau pe retină contururile clare care se obţin pe sticla mată a unui aparat fotografic bine reglat; ca urmare aşa-numitei aberaţii sferice, fiecare contur luminos este încercuit de o bandă luminoasă care-i măreşte dimensiunile pe retina ochiului nostru. De aceea părţile de culoare deschisă ne par totdeauna mai mari decât cele negre, egale ca mărime.

În Ştiinţa despre culori, marele poet Goethe, care a fost un observator fin al naturii (deşi nu totdeauna un fizician- teoretician destul de prudent), scrie astfel despre acest fenomen:

„Un obiect întunecat pare mai mic decât altul deschis la culoare, dar cu aceleaşi dimensiuni. Dacă privim simultan un cerc alb pe un fond negru şi un cerc negru cu acelaşi dia-

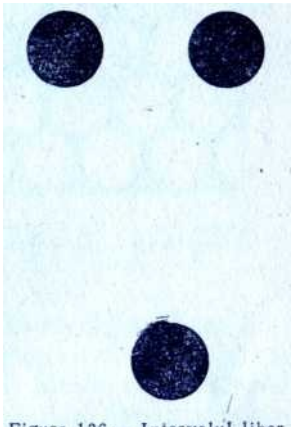


Figura 136 — Intervalul liber dintre cerculeţul de jos şi fiecare dintre cele de sus pare mai mare decît distanţa dintre marginile exterioare ale cerculeţelor de sus. În realitate, însă, distanţele sînt egale.

metru pe un fond alb, atunci acesta din urmă ne pare cam cu 1/5 mai mic decât primul. Dacă cercul negru este mărit în mod corespunzător, atunci ambele cercuri ni se vor părea egale. Secera îngustă a Lunii noi dă impresia că face parte

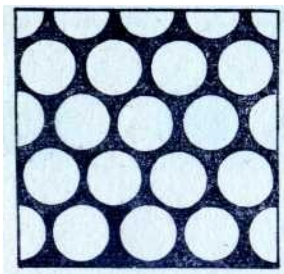


Figura 137 — La o distanţă oarecare cerculeţele par hexagoane.

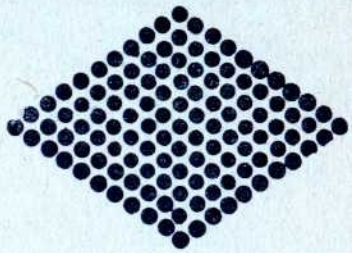


Figura 138 — Cerculeţele negre par de departe hexagoane.

dintr-un cerc cu diametrul mai mare decât restul întunecat al Lunii, care uneori se poate distinge pe cer („lumina cenuşie” a Lunii. —n. Aut.). În haine de culoare închisă, oamenii par mai zvelţi decât în cele de culoare deschisă. Sursele de lumină văzute de după o margine parcă o crestează. O riglă în spatele căreia apare flacăra unei lumânări pare ciobită în acel loc. Soarele, când răsare şi când apune, parcă îşi sapă lăcaşul în orizont".

Totul este just în aceste afirmaţii, în afară de observaţia că cerculeţul alb pare mai mare, totdeauna în acelaşi raport decât unul negru egal. Mărirea depinde şi de distanţa de la care este privit cerculeţul. Veţi înţelege imediat de ce este aşa.

Depărtaţi de ochi figura 136: iluzia va deveni şi mai puternică, şi mai uimitoare. Aceasta se explică prin faptul că lăţimea benzii luminoase ce se adaugă rămâne mereu aceeaşi; de aceea, dacă la distanţă mică ea mărea lăţimea părţii de culoare deschisă doar cu 10%, acum, la distanţă mare. Când însăşi imaginea se micşorează, aceeaşi creştere va constitui 30? /o sau chiar 50% din lăţime. Prin aceeaşi particularitate a ochiului nostru este explicată de obicei proprietatea stranie a figurii 137. Privind-o de aproape, vedeţi multe cerculeţe albe pe un câmp negru. Dar îndată ce depărtaţi cartea de ochi şi priviţi desenul de la o distanţă de 2—3 paşi, iar dacă/ aveţi o vedere foarte bună chiar de la 6—8 paşi, figura se va transforma în mod vizibil: în locul cerculeţelor veţi vedea nişte hexagoane albe, asemănătoare unor faguri de albină.

Pe mine nu mă satisface pe deplin explicarea acestei iluzii prin iradiaţie, şi aceasta de când am observat că şi c e r – culeţele negre pe fond alb par de la distanţă tot hexagoane (fig. 138), deşi aici iradiaţia nu măreşte, ci micşorează cerculeţele. Trebuie spus că, în general, explicaţiile existente ale iluziilor optice nu pot fi considerate ca definitive, iar majoritatea unor astfel de iluzii nici nu-şi au încă explicaţia.

CARE DINTRE LITERE ESTE MAI NEAGRĂ?

Figura 139 ne dă posibilitatea să mai cunoaştem o imperfecţiune a ochiului nostru: astigmatismul. Dacă priviţi cu un singur ochi, atunci probabil că nu toate cele patru litere vă vor apărea la fel de negre. Să reţineţi care dintre ele vi se pare cea mai neagră şi apoi întoarceţi desenul şi priviţi-l lateral. Va avea loc o schimbare neaşteptată: litera cea mai neagră va deveni cenuşie şi acum o altă literă va apărea ca cea mai neagră.

De fapt însă toate cele patru litere sunt la fel de negre, ele fiind haşurate doar în direcţii diferite. Dacă ochiul ar fi de o construcţie tot atât de impecabilă ca şi cele mai bune obiective de sticlă, atunci direcţia diferită a haşurilor nu ar influenţa culoarea literelor. Dar ochiul nostru nu refractă în mod egal razele în diferite direcţii şi de aceea nu putem vedea la fel de clar, în acelaşi timp, liniile verticale, orizontale şi oblice.

Sunt foarte puţini cei ai căror ochi nu au acest defect, iar la unii oameni astigmatismul atinge un grad atât de avansat,

Figura 139 — Priviţi această inscripţie cu un singur ochi. Una din litere va apare mai neagră decît celelalte.

încât împiedică vederea normală, clară. Pentru a vedea bine, astfel de persoane sunt nevoite să poarte ochelari cu lentile speciale.

Ochiul are şi alte defecte organice, pe care meşterii sticlari ştiu să le evite la fabriaarea aparatelor optice. În legătură cu aceste defecte, Helmholtz a spus următoarele: „Dacă un optician oarecare ar fi îndrăznit să-mi vândă un instrument cu astfel de defecte, atunci m-aş fi crezut îndreptăţit să-mi exprim în cuvintele cele mai aspre indignarea cu privire la neglijenţa de care a dat dovadă în munca sa şi să-i înapoiez aparatul”.

Dar şi în afară de aceste iluzii, care se datoresc imperfecţiunii structurii lui, ochiul nostru ne înşală adesea, datorită unor cauze cu totul diferite.

PORTRETELE VII

Probabil că aţi văzut cu toţii portrete care nu numai că ne privesc direct, dar chiar ne urmăresc cu ochii după direcţia în care ne aflăm. Această particu- . ■.

Laritate interesantă a unor astfel de portrete a fost observată de mult timp şi multora li se părea că ascunde un mister; pe oamenii cu nervii mai slabi, ea pur şi simplu îi înspăimânta. În Portretul lui Gogol «ste excelent descris un astfel de caz:

„Ochii înspăimântători parcă se uitau prin pânză... Portretul se uita drept la el, pătrunzându-l până în adâncul sufletului...”

Multe legende şi superstiţii sunt legate de această particularitate misterioasă a ochilor de pe portrete ’.. {amintiţi-vă acelaşi Portret), dar

Figura 140 — Portretul cu mistere.

întregul mister constă pur şi simplu într-o iluzie optică.

Totul se explică prin faptul că la astfel de portrete pupila este plasată în mijlocul ochiului. Tocmai aşa ne apar ochii unui om care ne priveşte direct; când însă el priveşte în lături, atunci pupila şi întregul iris nu ne mai apar la mijlocul ochiului, ci deplasate întrucâtva spre margine. Când ne depărtăm de portret, pupilele, bineînţeles, nu-şi schimbă locul, rămânând în mijlocul ochiului din portret. Deoarece continuăm să vedem şi faţa întreagă în aceeaşi poziţie faţă de noi, este firesc să ni se pară că portretul a întors capul după noi şi ne urmăreşte. Tot astfel se explică şi alte particularităţi curioase ale unor tablouri: calul se îndreaptă spre noi, oricare ar fi punctul din care privim tabloul; omul din tablou ne arată cu degetul: mâna lui întinsă este direct îndreptată spre noi etc. Un model de astfel de portret vedeţi în figura 140. Afişe de acest gen sunt folosite adesea la unele reclame.

Dacă ne gândim bine la cauza unor asemenea iluzii, atunci ne dăm seama nu numai că ele n-ar trebui să ne mire, ci, dimpotrivă, ar fi de mirare dacă tablourile nu ar avea această particularitate.

## LINIILE ÎNFIPTE ŞI ALTE ILUZII OPTICE

Grupul de ace cu gămălie schiţat în figura 141 nu prezintă la prima vedere nicio curiozitate. Dar ridicaţi cartea până la nivelul ochilor şi, închizând un ochi, priviţi aceste linii astfel încât privirea să vă lunece de-a lungul lor (ochiul trebuie plasat în punctul unde se intersectează prelungirile acestor drepte). Privind astfel, vi se va părea că acele cu gămălie nu sunt desenate pe hârtie, ci sunt înfipte vertical în ea. Deplasând capul puţin în lături, veţi vedea că acele se apleacă în aceeaşi parte.

Această iluzie se explică prin legile perspectivei: liniile sunt astfel desenate cum ar trebui să se proiecteze pe hârtie acele înfipte vertical când sunt privite în felul descris mai sus..

Capacitatea de a îi supuşi unor iluzii optice nu trebuie privită numai ca o imperfecţiune a ochiului. Ea oferă şi un avantaj mare, care adesea este uitat. *Este vorba de faptul că, dacă ochiul nostru n-ar fi fost capabil să aibă iluzii, atunci nu ar fi existat pictura şi am fi fost lipsiţi de desfătările pe care ni le oferă artele plastice. Pictorii folosesc din plin aceste imperfecţiuni ale ochiului.

În renumitele sale Scrisori despre diferite materii fizice, genialul savant din secolul al XVIII-lea Euler scria: „Pe aceste iluzii se bazează întreaga artă a picturii. Dacă ne-am fi obişnuit să judecăm despre lucruri numai după realitate, atunci această artă (adică pictura) nu ar fi putut exista, tot astfel ca şi cum am fi fost orbi. Zadarnic pictorul şi-ar fi dăruit toată arta sa amestecând culorile; am fi spus: iată pe scândura aceasta o pată roşie, iată una albastră, dincoace alta neagră, iar dincolo câteva linii albicioase: toate se află pe aceeaşi suprafaţă, nu sunt deosebiri de distanţă şi nu s-ar putea reprezenta niciun obiect. Orice ar fi pictat ne-ar fi apărut ca şi scrisul pe hârtie... Oare în perfecţiunea noastră nu am fi fost vrednici de milă, lipsiţi fiind de desfătarea ce ne-o aduce zilnic această artă atât de plăcută şi de utilă?”

Sunt foarte multe iluzii optice; cu exemple de astfel de iluzii poate fi umplut un album întreg. Multe dintre ele sunt bine cunoscute, altele mai puţin. Iată încă vreo

câteva exemple de iluzii optice interesante, mai puţin cunoscute. Cele mai de efect sunt reprezentate în figurile 142 şi 143, cu linii pe un fond de reţea; ochiul pur şi simplu refuză să creadă că literele din figura 142 sunt aşezate drept. Şi mai greu este de crezut că în figura 143 nu avem în faţa noastră o spirală.

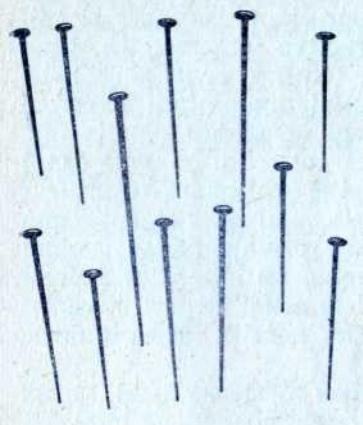


Figura 141 — Închizînd un ochi, plasaţi-l pe celălalt aproximativ în punctul unde se intersectează prelungirile acestor linii. Veţi vedea parcă nişte ace cu gămălie înfipte în hîrtie. Deplasînd uşor hîrtia într-o parte şi în alta, vi se va părea că acele se clatină.

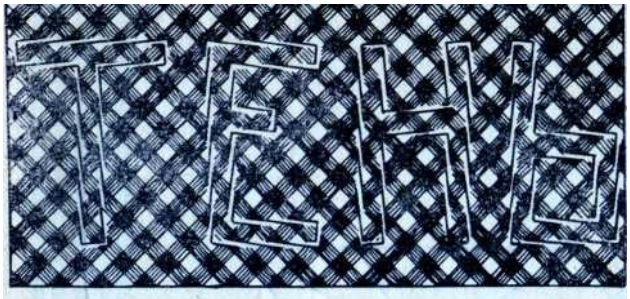


Figura 142 — Literele sînt aşezate drept.

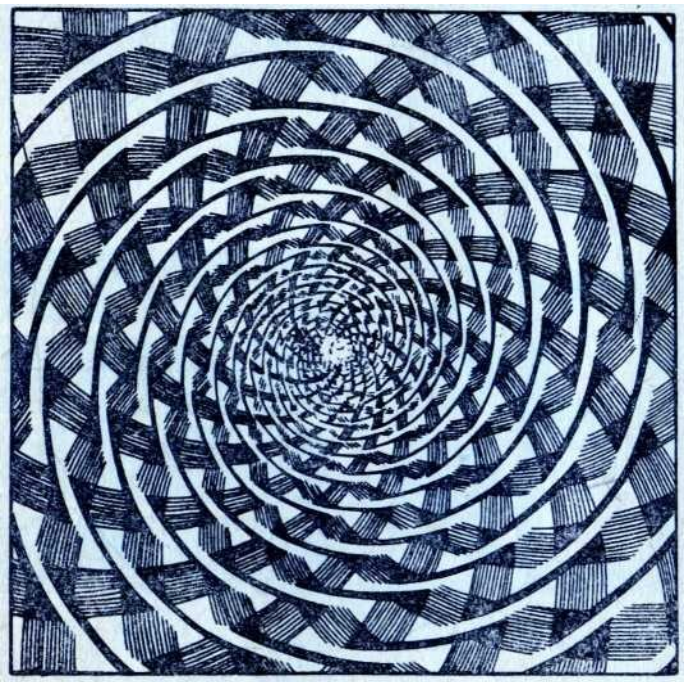


Figura 143 — Liniile curbe din această figură par a fi spirale; ele sînt, de fapt, cercuri, lucru de care ne convingem cu uşurinţă urmărindu-le linia cu vîrful unui băţ de chibrit.

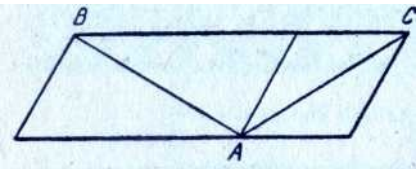



Figura 144 — Distanţele $AB$ şi $AC$ sînt egale, deşi prima pare mai mare.

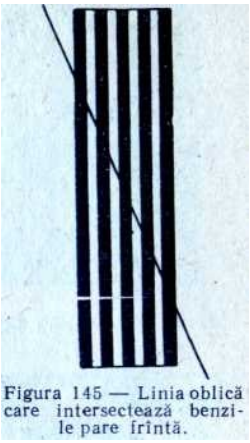


Figura 145 — Linia oblică care intersectează benzile pare frîntă.

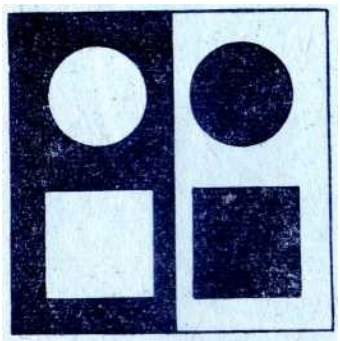


Figura 146 — Pătratele albe şi negre sînt egale; la fel şi cercurile.

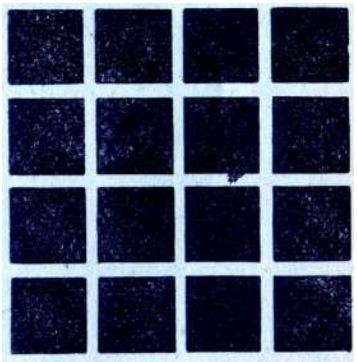


Figura 147 — La intersecţia dintre benzile albe apar şi dispar nişte pete pătrate, cenuşii. De fapt, benzile sînt albe pe întreaga lor lungime, lucru de care ne putem convinge uşor acoperind cu o hîrtie şirurile de pătrate negre alăturate. Este un rezultat al contrastelor.

Trebuie să ne convingem printr-o încercare directă, plasând vârful creionului pe una dintre ramurile spiralei aparente şi urmărind linia, care nici nu se apropie şi nici nu se depărtează de centru. Tot astfel, numai cu ajutorul compasului ne putem convinge că în figura 144 dreapta AC nu este mai scurtă decât AB. Esenţa tuturor celorlalte iluzii create din figurile 145, 146, 147, 148 este explicată în legendele respective. Cât de puternică este iluzia din figura 147 o arată următoarea întâmplare: editorul uneia dintre ediţiile mai vechi ale cărţii mele, primind de la zincografie copia clişeului, a crezut că acesta este nefinisat şi era gata să-l trimită înapoi în laborator, ca să fie curăţate petele cenuşii din locurile de intersecţie a benzilor albe, dacă eu, intrând întâmplător în cameră, nu i-aş fi explicat despre ce este vorba.

## CUM VĂD MIOPII

Fără ochelari miopul vede slab; dar ce anume vede el şi cum îi apar obiectele sunt lucruri despre care oamenii cu vederea normală au o idee foarte vagă. Totuşi, sunt destui oameni miopi şi nu este lipsit de interes să aflăm cum le apare lumea înconjurătoare.

’ înainte de toate, mipoul (bineînţeles fără ochelari) nu vede niciodată contururi clare: pentru el toate obiectele au contururi difuze. Omul cu vederea normală, privind un copac, îi distinge frunzele şi crenguţele care se conturează distinct pe fondul cerului. Miopul nu vede decât o masă informă cu contururi neclare, fantastice; detaliile mărunte dispar pentru el.

Oamenilor miopi feţele omeneşti li se par, în general, mai tinere şi mai frumoase decât oamenilor cu vederea normală; ridurile şi micile defecte ale feţei rămân neobservate;

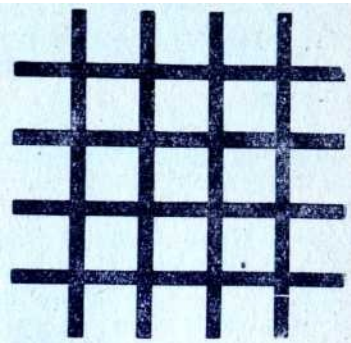


Figura 148 — La intersecţia benzilor negre apar pete cenuşii.

roşeaţa pronunţată a pielii (naturală sau artificială) le apare de un roz diafan. Ne uimeşte câteodată naivitatea unor cunoscuţi de-ai noştri care greşesc aproape cu 20 de ani când vor să determine vârsta oamenilor şi ne miră uneori gustul lor curios în aprecierea frumuseţii; alteori le reproşăm că sunt „nepoliticoşi, fiindcă, privindu-ne drept în faţă, se prefac că nu ne cunosc. Adesea toate acestea au drept cauză doar miopia.

„La liceu —îşi aminteşte Delvig, contemporanul şi prietenul lui Puşkin —îmi era interzis să port ochelari, în schimb toate femeile mi se păreau fermecătoare; ce deziluzie am avut după absolvire**. Când miopul (fără ochelari) stă de vorbă cu dumneavoastră, el nu vă vede faţa, în orice caz nu vede ceea ce presupuneţi: în faţa lui se află un chip difuz şi nu este de mirare că, întâlnindu-vă a doua oară, chiar şi peste numai un ceas, el nu vă mai recunoaşte. În majoritatea cazurilor, miopul îi recunoaşte pe oameni nu atât după aspectul lor exterior, cât după voce: insuficienţa văzului -este compensată prin fineţea auzului.

Este de asemenea jnteresant de văzut cum îi apare miopului lumea noaptea. În luminile nopţii, toate obiectele viu luminate, ca felinarele, lămpile, ferestrele etc., cresc pentru miop la dimensiuni uriaşe, transformând tabloul într-un haos de pete luminoase diforme şi de siluete întunecate şi nebuloase. În locul unui şir de felinare pe stradă, miopii văd două trei pete luminoase imense, care acoperă pentru ei tot restul străzii. Ei nu disting automobilul care se apropie; în locul lui ei văd doar două aureole luminoase (farurile), iar în spatele acestora o masă întunecată.

Nici chiar cerul înstelat nu i se prezintă miopului sub aspectul obişnuit pentru ochiul normal. Miopul nu vede decât stelele de primele trei-patru mărimi; prin urmare, în locul a câtorva mii de stele nu-i sunt accesibile decât câteva sute. În schimb, aceste

stele puţine îi apar ca nişte bulgări mari de lumină. Luna e văzută imensă şi foarte apropiată; semiluna capătă contururi fantastice.

Cauza tuturor acestor deformări şi a dimensiunilor sporite ale obiectelor o constituie, desigur, structura ochiului miop. El este prea adânc, astfel încât razele care pătrund în el nu cad pe retină, ci ceva mai în faţă. Pe retină ajung fascicule de raze divergente, care dau aici imagini difuze, neclare.

Capitolul 10

SUNETUL ŞI AUZUL

CUM TREBUIE CĂUTAT ECOUL?

„Nimeni nu l-a văzut,

Dar l-a auzit oricine.

E fără corp, dar trăieşte;

E fără glas, dar strigă."

Nekrasov

Printre povestirile umoristice ale lui Mark Twain există una nostimă despre păţaniile unui colecţionar care şi-a pus în gând să-şi alcătuiască o colecţie de... ce credeţi? Ecouri 1 Acest zurbagiu cumpăra toate terenurile unde se constata existenţa unor ecouri repetate sau ieşite în vreun fel din comun.

„înainte de toate el a cumpărat un ecou în statul Georgia, care repeta de patru ori, apoi unul care repeta de şase ori în Maryland, apoi unul cu o repetiţie de 13 ori în Mâine. A urmat cumpărarea ecoului din Kansas, apoi a celui din Tennesse, achiziţionat ieftin pentru că necesita reparaţii: o parte din stâncă s-a prăbuşit. El a crezut că-l poate repara, dar arhitectul care s-a oferit s-o facă nu a construit niciodată ecouri, de aceea l-a stricat de tot. După reconstituire, locul putea servi doar drept azil pentru surdomuţi..."

Aceasta este desigur o glumă, dar minunate ecouri repetate există în diferite locuri, mai ales muntoase, ale globului pământesc, şi unele din ele au căpătat un larg renume încă din timpurile cele mai vechi.

Enumerăm câteva locuri cu ecouri renumite. În castelul Woodstock din Anglia, ecoul repeta clar 17 silabe. Ruinele castelului Derenburg de lângă Halberstadt dădeau un ecou de 27 de silabe, care însă a tăcut după ce unul dintre ziduri a fost dărâmat. Stâncile aşezate în semicerc pe lângă Adersbach din Cehoslovacia repetă într-un

anumit loc de trei ori câte 7 silabe, dar la câţiva paşi de acest punct nici chiar focul de armă nu produce ecou. Un ecou repetat de multe ori a fost observat şi într-un fost castel din apropierea Milanului: focul de armă tras de la una dintre ferestre este repetat de ecou de 40—50 de ori, iar un cuvânt rostit tare de vreo 30 de ori.

Nu este doar simplu să descoperi locul unde ecoul se aude clar măcar o dată. Există podişuri înconjurate cu păduri, poiene în aceste păduri; este suficient să strigăm destul de tare într-o astfel de poiană ca din partea pădurii să ne sosească un ecou mai mult sau mai puţin clar.

În munţi ecoul este mai variat, dar, în schimb, mai rar decât în podişuri. Auzi mai greu un ecou într-o regiune muntoasă decât într-un şes mărginit de păduri.

Veţi înţelege imediat de ce lucrurile stau astfel. Ecoul nu este altceva decât întoarcerea undelor acustice care s-au reflectat de la un obstacol oarecare; ca şi la reflexia luminii, unghiul de incidenţă a „razei sonore” este egal cu unghiul său de reflexie (raza sonoră este direcţia în care se propagă undele acustice). Acum imaginaţi-vă că vă aflaţi la poalele unui munte (fig. 149), iar obstacolul care trebuie să reflecte sunetul

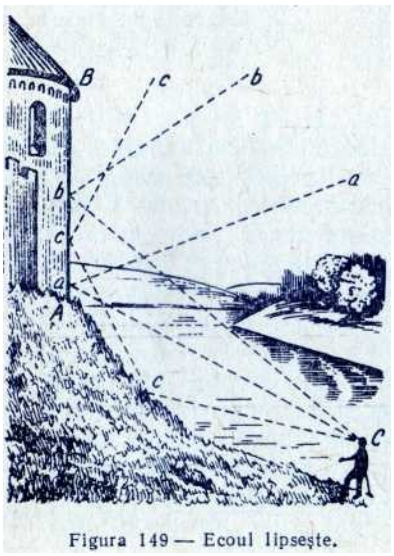


Figura 149 — Ecoul lipsește.

se află mai sus, de exemplu în punctul AB. Este uşor de văzut că undele acustice care se propagă pe liniile Ca, Cb, Ce, reflectându-se, se vor dispersa în spaţiu în direcţiile aa, bb, ce, fără a vă atinge urechea. Altceva se întâmplă dacă vă aflaţi la nivelul obstacolului sau chiar puţin mai sus decât acesta (fig. 150). Sunetul care se îndreaptă în jos, în direcţiile

!

\

[

|

I

Ca, Cb, se va înapoia la dumneavoastră de-a lungul liniilor frânte CaaC sau CbbC, reflectându-se o dată sau de două ori pe sol. Adâncitura terenului între ambele puncte contribuie şi mai mult la claritatea ecoului, acţionând ca o oglindă concavă. Dimpotrivă, dacă terenul dintre punctele O şi B este convex, ecoul va fi slab sau nu se va auzi de loc: o astfel de suprafaţă împrăştie razele sonore ca o oglindă concavă.

Căutarea ecoului pe teren accidentat necesită o oarecare obişnuinţă. Chiar găsind un loc potrivit, mai trebuie să ne pricepem să producem ecoul. Înainte de toate nu trebuie să ne aşezăm prea aproape de obstacolul respectiv: este necesar ca sunetul să parcurgă un drum suficient de lung pentru ca ecoul să nu se înapoieze prea repede şi să nu se contopească cu însuşi sunetul. Ştiind că sunetul parcurge 340 m/s este uşor de înţeles că, aşezându-ne la o distanţă de 85 m de la obstacol, va trebui să auzim ecoul exact după o jumătate de secundă de la emiterea sunetului.

Deşi ecoul „răspunde în aer liber la fiecare sunet“, el nu o face la fel de clar pentru orice sunet. Cu cât sunetul este mai

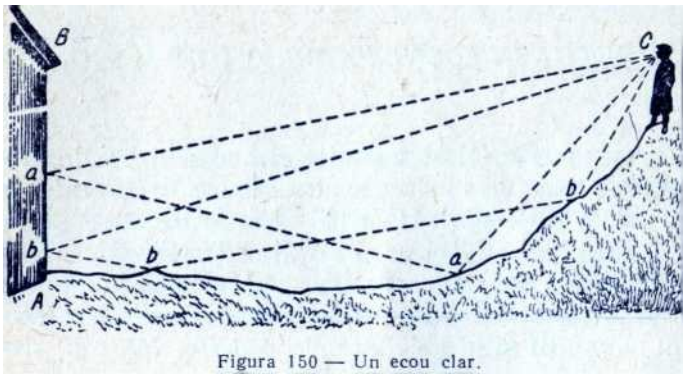


Figura 150 — Un ecou clar.

scurt şi mai pronunţat, cu atât ecoul este mai clar. Cel mai bine este să recurgem la bătutul din palme. Sunetul vocii omeneşti este mai puţin potrivit, mai ales al vocii bărbăteşti; notele mai înalte ale vocilor de femei şi de copii dau un ecou mai clar.

SUNETUL ÎN LOCUL PANGLICII DE MĂSURAT

Uneoii putem folosi cunoştinţele noastre cu privire la propagarea sunetului în aer pentru măsurarea distantei până la un obiect inaccesibil. Un astfel de caz este descris în romanul lui Julesverne Călătorie spre centrul Pământului. În timpul peregrinărilor lor subterane cei doi călători —profesorul şi nepotul acestuia —s-au rătăcit unul de altul. Când, în sfârşit, au reuşit să se audă încă de departe, între ei-a avut loc următoarea conversaţie, redată de nepot:

„— Unchiule!

— Ce-i, copilul meu? am auzit după un oarecare timp.

— Înainte de toate, suntem departe unul de altul?

— Este uşor de aflat.

— Cronometrul nu ti s-a stricat?

— Nu

— Ia-l în mână. Pronunţă numele şi notează exact secunda când începi să vorbeşti. Eu voi repeta numele îndată ce sunetul va ajunge până la mine, iar tu vei nota clipa când îmi vei auzi răspunsul.

— Bine. Atunci jumătatea din timpul ce se va scurge între semnal şi răspuns va indica câte secunde îi trebuie sunetului ca să ajungă până la tine. Eşti gata?

— Da.

— Atenţie! îţi pronunţ numele.

Am apropiat urechea de zid. Îndată ce cuvântul „Axel“ (numele meu) mi-a ajuns la ureche, l-am repetat şi am aşteptat.

— Patruzeci de secunde, mi-a spus unchiul, prin urmare sunetul a făcut până la mine 20 de secunde. Deoarece sunetul parcurge într-o secundă o treime de kilometru, aceasta corespunde unei distante de aproape 7 km.“

Dacă aţi înţeles bine cele povestite în fragmentul de mai sus, atunci veţi rezolva cu uşurinţă următoarea problemă:

Am auzit şuieratul unei locomotive îndepărtate o secundă şi jumătate după ce am observat norişorul alburiu care s-a produs o dată cu acest sunet; la ce distanţă mă găseam de locomotivă?

OGLINZILE ACUSTICE

Zidul format de pădure, gardul înalt, clădirea, muntele sau orice alt obstacol care reflectă ecoul consitituie o oglindă pentru sunet: ea reflectă sunetul la fel cum o oglindă plană reflectă lumina.

Oglinzile acustice nu sunt numai plane, ci şi curbe. Oglinda acustică concavă acţionează ca un reflector: ea strânge „razele sonore” în focarul ei.

Două farfurii adânci dau posibilitatea de a face o experienţă interesantă de acest gen. Puneţi o farfurie pe masă şi ţineţi, la o distanţă de câţiva centimetri de fundul ei, un ceas de buzunar. Cealaltă farfurie apropiaţi-o de ureche, ca în figura 151. Dacă s-a găsit poziţia bună a ceasului, a urechii şi a farfuriilor (acest lucru reuşeşte după câteva încercări) veţi auzi cum tictacul ceasului porneşte parcă de la farfuria pe care o ţineţi apropiată de ureche. Iluzia este mai completă dacă închideţi ochii; atunci, pur şi simplu, este imposibil de determinat, după auz, în ce mână se află ceasul: în cea dreaptă sau în cea stângă.

Adesea constructorii vechilor castele creau astfel de curiozităţi acustice, aşezând nişte busturi fie în focarul unei oglinzi acustice concave, fie la capătul

Figura 151 — Oglinzi acustice concave.

unui tub acustic mascat cu abilitate în zid. În figura 152, luată dintr-o carte veche din secolul al XVI-lea (a lui Atha- nase Kircher, 1560), se pot vedea astfel de dispozitive iscusite: tavanul, în formă de cupolă, dirijează spre buzele

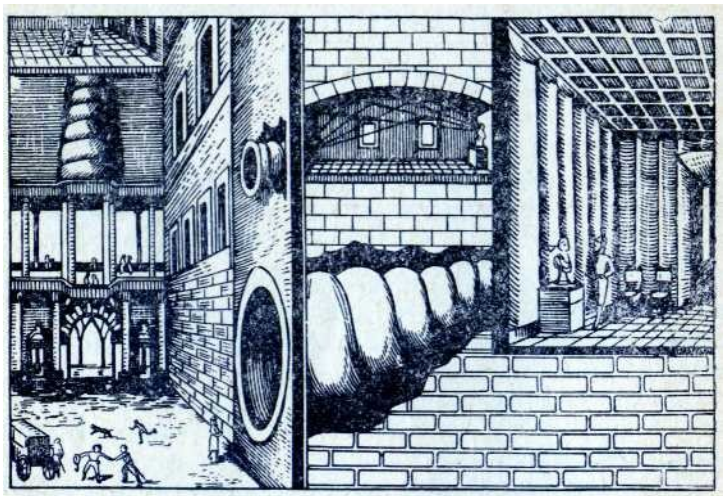


Figura 152 — Curiozităţi acustice din vechile castele. Busturile vorbitoare (din cartea lui Athanase Kircher 1560).

bustului sunetele aduse din afară de un tub acustic; nişte tuburi acustice uriaşe, zidite în zidurile clădirii, aduc din curte diverse sunete pe care le dirijează spre busturile] de piatră plasate de-a lungul pereţilor uneia dintre săli etc. Vizitatorului unei astfel de galerii i se părea că busturile de marmură şoptesc, îngână un cântec etc.

SUNETELE ÎN SĂLILE DE TEATRU

Cei care frecventează adesea diferite teatre şi săli de concerte ştiu bine că unele săli au o acustică mai bună, iar altele mai proastă; în unele săli vocile artiştilor şi sunetele instru- mentelor muzicale se aud clar şi la distanţe mari, iar în altele, chiar în apropierea scenei, acestea sunt nedistincte. Cauza acestui fenomen a fost bine expusă de fizicianul american Wood în cartea sa întitulată Undele acustice şi aplicaţiile lor.

„Orice sunet produs într-o încăpere se aude destul de multă vreme după ce sursa a încetat să-l emită; datorită unor reflexii repetate, el înconjoară de câteva ori

încăperea. În timpul acesta se produc şi alte sunete, şi auditorul adesea nu le poate percepe în ordinea cuvenită pentru a le putea înţelege. Astfel, de exemplu, dacă sunetul durează 3 secunde şi oratorul vorbeşte cu o viteză de 3 silabe pe secundă, atunci undele acustice corespunzătoare celor 9 silabe se vor deplasa prin încăpere toate în acelaşi timp, creând o încurcătură şi un zgomot care împiedică pe auditor să-l înţeleagă pe orator.

Oratorul aflat într-o astfel de situaţie trebuie să vorbească rar şi nu prea tare. Dar, de obicei, oratorii caută, dimpotrivă, să vorbească şi mai tare, contribuind astfel la intensificarea zgomotului11.

Nu mult timp în urmă, amenajarea unui teatru cu o acustică bună era considerată o întâmplare fericită. În prezent se cunosc mijloacele cu care se poate lupta împotriva duratei supărătoare a sunetului (numită „reverberaţie”), care dăunează unei sonorităţi bune. Nu este cazul ca în această carte să intrăm în amănunte care interesează numai pe arhitecţi. Voi menţiona doar că lupta împotriva unei acustici proaste constă în crearea unor suprafeţe care să absoarbă surplusul de sunete. Cel mai bun absorbant al sunetelor este fereastra deschisă (tot aşa cum cel mai bun absorbant pentru lumină este o deschizătură); metrul pătrat de fereastră deschisă este luat chiar ca unitate de măsură pentru absorbţia sunetului. Sunetele sunt foarte bine absorbite, deşi de două ori mai puţin decât de o fereastră deschisă, de înşişi spectatorii teatrului: din acest punct de vedere fiecare om este echivalent cu aproximativ o jumătate de metru pătrat de fereastră deschisă. Şi’ dacă este justă remarca unui fizician că „auditorul absoarbe cuvântul oratorului în sensul cel mai direct al cuvântului”, este tot atât de just că şi o sală goală este de asemenea, în sensul cel mai direct al cuvântului, neplăcută pentru orator.

Dacă absorbţia sunetulupeste prea mare, rezultă din nou o audibilitate scăzută. În primul rând, o absorbţie exa gerată estompează sunetele, iar în al doilea rând ea reduce reverberaţia într-o asemenea măsură, încât sunetele se aud parcă întrerupte şi produc impresia unei oarecare rigidităţi. De aceea, dacă este necesar să evităm o reverberaţie prea îndelungată, este tot atât de necesar să evităm şi o reverberaţie prea scurtă. Pentru diferitele săli, mărimea optimă a reverberaţiei este diferită şi trebuie stabilită la proiectarea fiecărei săli în parte.

În teatru există şi un alt obiect interesant din punctul de vedere al fizicii. Este vorba de cuşca suflerului. Aţi observat oare că ea are în toate teatrele aceeaşi formă? Aceasta se datorează faptului că cuşca suflerului este un fel de aparat de fizică. Cupola cuştii reprezintă un fel de oglindă acustică concavă, care are o destinaţie dublă: să împiedice ca undele acustice produse de sufler să ajungă la public şi să reflecte aceste unde spre scenă.

## ECOUL DE PE FUNDUL MĂRII

Multă vreme omul nu a tras niciun fel de foloase de pe urma ecoului până când a fost inventată o metodă de a măsura cu ajutorul ecoului adânciinea mărilor şi a oceanelor. Această idee a venit întâmplător. În 1912 s-a scufundat, cu aproape toţi pasagerii, uriaşul vapor transoceanic „Titanic”, care se ciocnise întâmplător cu un gheţar. Pentru a preîntâmpina asemenea catastrofe s-a încercat să se folosească

ecoul, în timp de ceaţă sau noaptea, pentru reperarea gheţarilor din faţa navelor. Procedeul nu s-a dovedit util în practică, în schimb a dat naştere la o altă idee: să se măsoare adâncimea mărilor cu ajutorul reflexiei sunetului pe fundul mării. Această idee s-a dovedit a fi rodnică.

În figura 153 este reprezentată schema unei astfel de instalaţii. Lângă unul dintre borduri, în interior, la baza navei se aşază un cartuş, care, explodând, produce un sunet puternic. Undele acustice pătrund prin apă, ating fundul, se reflectă şi se înapoiază, aducând cu ele ecoul. El este recepţionat de un aparat sensibil, instalat, ca şi cartuşul, la fundul navei. Un ceas de precizie măsoară intervalul de timp dintre producerea sunetului şi recepţionarea ecoului. Cunoscând viteza sunetului în apă, este uşor de calculat distanţa de la obstacolul de la care s-a reflectat unda, adică de determinat adâncimea – ..

Mării sau a oceanului.

Sonda acustică, cum a fost denumită această instalaţie, a produs o adevărată revoluţie în practica măsurătorii adâncimilor marine. Mijloacele de tip vechi pot fi folosite numai dacă nava stă pe loc şi, în plus, ele cer mult timp. Parâma sondei trebuie co- borâtă, cu ajutorul unei roţi pe care e înfăşurată, destul de încet (150 m pe minut); aproape tot atât de încet ea este ridicată.

Astfel, prin acest procedeu sunt necesare trei sferturi de oră pentru măsurarea unei adâncimi de 3 km. Cu ajutorul sondei acustice însă, aceeaşi măsurătoare se poate efectua în câteva secunde, fără ca nava să-şi înceteze mersul, iar rezultatul obţinut este mult mai sigur şi mai exact. Eroarea la astfel de măsurători nu depăşeşte un sfert de metru (intervalele de timp se determină cu exactitate de a 3 000-a parte dintr-o secundă). Dacă măsurarea adâncimilor mari are o importanţă mare pentru oceanografie, atunci posibilitatea de a determina repede, sigur şi precis adânci- mile mici este esenţială în navigaţie, asigurându-i securitatea: datorită sondei acustice, nava se poate apropia repede şi în deplină siguranţă de ţărm.

În sondele acustice moderne nu se folosesc sunetele obişnuite, ci „ultrasunetele” foarte intense, imperceptibile pen

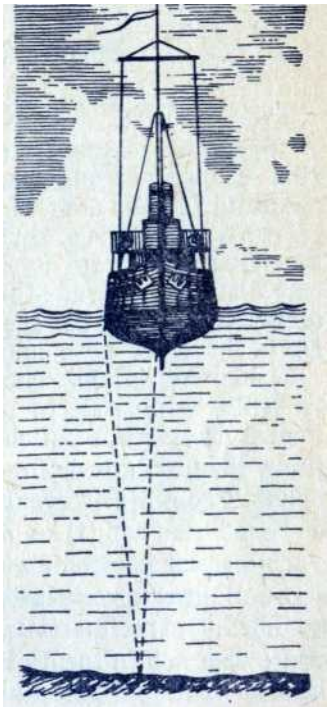


Figura 153 — Schema de funcţionare a sondei acustice.

tru urechea umană, cu o frecvenţă de ordinul a câtorva milioane de oscilaţii pe secundă. Astfel de sunete sunt emise de o placă de cuarţ (piezocuarţ) plasată într-un câmp electric alternativ.

ZUMZETUL INSECTELOR

De ce insectele emit adesea un zumzet? în majoritatea cazurilor ele nu au organe speciale pentru emiterea acestor sunete; zumzetul, auzit doar în timpul zborului, rezultă numai de pe urma faptului că, zburând, insectele îşi fâlfâie aripioarele de câteva sute de ori pe secundă. Aripioara este o membrană care oscilează, iar noi ştim că orice membrană sau placă care oscilează suficient de repede (mai mult de 16 ori pe secundă) emite un sunet de o anumită înălţime.

Acum veţi înţelege cum s-a putut stabili de câte ori anume îşi fâlfâie aripioarele în timpul zborului o insectă sau alta. Pentru aceasta este suficient să se determine după sunet înălţimea tonului emis de insectă, pentru că fiecărui ton îi corespunde o anumită frecvenţă a oscilaţiilor. Cu ajutorul „lupei de timp“ (vezi cap. 1) s-a putut stabili că frecvenţa de mişcare a aripioarelor fiecărei insecte este aproape constantă: reglându- şi zborul, insecta variază doar mărimea fâlfâirii („amplitudinea*1 oscilaţiilor) şi înclinarea aripilor; numărul de bătăi pe secundă creşte doar sub influenţa frigului. Iată de ce şi tonul emis de insectă în timpul zborului rămâne neschimbat. S-a constatat, de exemplu, că musca obişnuită (care în timpul zborului emite tonul F) îşi fâlfâie aripioarele de 352 de ori pe secundă. Albina, care emite tonul A, are 440 de bătăi de aripă pe secundă când zboară liber şi numai 330 (tonul B) când zboară încărcată cu miere. Cărăbuşii, care în timpul zborului produc tonuri şi mai joase, îşi fâlfâie aripile mult mai încet. Ţânţarul,

dimpotrivă, face cu aripile 500—600 de oscilaţii pe secundă. Pentru comparaţie, menţionăm că elicea avionului execută aproximativ 25 de rotaţii pe secundă.

## ILUZII ACUSTICE

Dacă din cine ştie ce motive ne-am imaginat că sursa unui zgomot uşor nu se află în apropierea noastră, ci mult mai departe, atunci sunetul ni se va părea mult mai puternic. Asemenea iluzii sonore au loc destul de des, doar că nu totdeauna le băgăm în seamă.

Iată un caz interesant descris în cartea Psihologia a savantului american William James:

„O dată, noaptea târziu, citeam; deodată, din catul de sus al casei s-a auzit un zgomot puternic, care a încetat, pentru a reîncepe după un minut. Am ieşit pe sală pentru a-l asculta mai bine, dar acolo el a încetat. Îndată ce m-am întors în cameră, m-am aşezat şi mi-am reluat cititul, zgomotul a reînceput puternic, alarmant, ca înainte de dezlănţuirea unei furtuni sau inundaţii. El venea de pretutindeni. Alarmat la culme, am ieşit din nou pe sală şi zgomotul a încetat iarăşi.

Înapoindu-mă iar în camera mea, am descoperit deodată că zgomotul era produs de sforăitul unui căţel care dormea pe podea I...

Remarcabil este faptul că, descoperind adevărata cauză a zgomotului, nu mi-am mai putut reproduce cu niciun efort iluzia de adineauri".

Probabil că şi cititorul îşi va aminti astfel de exemple din viaţa lui. Eu le-am observat de nenumărate ori.

## UNDE C’INTĂ GREIERUL?

Adesea determinăm greşit nu distanţa, ci direcţia în care se află obiectul ce emite sunetele.

Urechile noastre disting destul de bine dacă detunătura unei arme a răsunat în dreapta sau în stânga noastră (fig. 154). Dar adesea ele nu pot determina poziţia sursei de sunet dacă aceasta se află drept în faţa sau în spatele nostru (fig. 155): detunătura armei produsă în faţa noastră ni se pare adesea că vine din spate.

În astfel de cazuri ne putem da seama doar, după intensitatea sunetului, dacă detunătura s-a produs aproape sau departe. Iată o experienţă din care putem învăţa multe. Aşezaţi pe cineva în mijlocul camerei cu ochii legaţi şi rugaţi-l să stea liniştit, fără a-şi întoarce capul. Apoi, luând în mână două monede, loviţi-le una de alta, rămânând mereu în cadrul planului vertical care trece prin mijlocul capului musafirului dv., printre ochii lui. Să încerce acum musafirul dv. Să ghicească locul unde au fost lovite monedele. Rezultatul obţinut pare de necrezut: sunetul este produs într-un colţ al camerei, iar prietenul va indica un colţ cu totul opus.

Dacă veţi părăsi planul de simetrie al capului, despre care s-a vorbit mai sus, atunci erorile nu vor mai fi atât de mari. Acest lucru este şi firesc: acum sunetul se aude ceva mai devreme şi mai tare în urechea mai apropiată a musafirului dv.; de aceea el poate indica acum direcţia în care s-a produs sunetul.

Această experienţă ne explică, printre altele, de ce este atât de greu să zărim greierul care cântă în iarbă. Sunetul strident se aude la doi paşi de dv. În dreapta potecii. Vă uit aţi

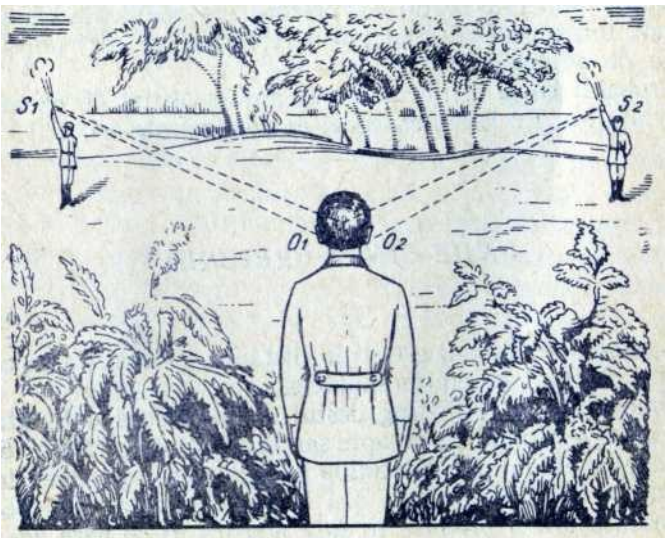


Figura 154 — Unde a detunat împuşcătura: în dreapta sau în stînga?

acolo, dar nu zăriţi nimic; sunetul se aude deja din stânga. Priviţi într-acolo, dar sursa sunetului s-a deplasat iar. Cu cât mai repede vă întoarceţi în direcţia în care cântă greierul, cu atât mai repezi sunt salturile executate de acest muzicant invizibil. De fapt însă insecta nu şi-a părăsit locul; salturile lui uimitoare nu sunt decât rodul imaginaţiei dv., un rezultat al iluziei acustice. Greşeala constă în aceea că vă tot întoarceţi capul, plasându-l astfel încât greierul se află în planul de simetrie al capului dumneavoastră. În aceste condiţii, după cum ştim, este uşor să greşim direcţia din care vine sunetul: cântecul greierului se aude din faţa dv. Şi, din greşeală, vă imaginaţi că el vine exact din partea opusă.

De aici se poate trage şi o concluzie practică: dacă vreţi să determinaţi direcţia din 1

care vine cântecul greierului, al cucului şi alte sunete îndepărtate de acest fel nu vă întoarceţi cu faţa spre sunet, ci, dimpotrivă, într-o parte.

De altfel chiar aşa şi procedăm când, cum se spune, „ciulim urechile**.

CURIOZITĂŢILE AUZULUI

Când ronţăim pesmeţi auzim un zgomot supărător, în timp ce vecinii noştri îi mănâncă fără a produce acelaşi zgomot. Cum reuşesc ei să evite acest ronţăit neplăcut?

Este vorba de faptul că zgomotul există doar în urechile noastre şi deranjează prea puţin urechile vecinilor. Oasele craniului, ca în general corpurile solide elastice, conduc foarte bine sunetele, iar într-un mediu compact zgomotele se amplifică uneori foarte mult. Ajungând la ureche prin aer, trosnetul pesmetului este perceput ca un zgomot uşor; dar acelaşi trosnet se transformă într-un zgomot puternic dacă

ajunge la nervul auditiv prin oasele tari ale craniului. Iată încă o experienţă din acelaşi domeniu: strângeţi între dinţi inelul

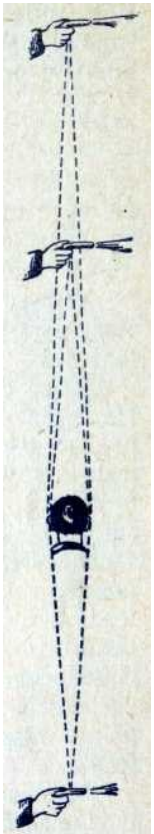


Fig. 155—Unde s-a produs detunătura?

unui ceas de buzunar şi astupati-vă urechile cu degetele: veţi auzi nişte lovituri puternice, într-atât se va amplifica ticta- cul ceasului.

Se spune că Beethoven, asurzind, „auzea“ pianul aşezând pe acesta un capăt al unui baston, iar capătul celălalt îl ţinea între dinţi. Tot astfel, surzii la care s-a păstrat urechea internă pot dansa în ritmul muzicii: sunetele ating nervii auditivi prin podea şi prin oase.

MIRACOLUL VENTRILOCULUI

„Miracolele” uimitoare ale ventrilocilor se bazează pe aceleaşi particularităţi ale auzului despre care am vorbit ceva mai sus.

„Dacă cineva umblă pe creasta acoperişului – scrie prof. Hampson —atunci, în interiorul casei, glasul lui produce impresia unei şoapte slabe. Pe măsură ce el se îndepărtează spre marginea clădirii, şoapta slăbeşte tot mai mult. Dacă ne aflăm în vreo cameră din casă, atunci urechea noastră nu ne va putea spune nimic despre direcţia sunetului şi distanţa până la persoana care vorbeşte. Dar, după modulaţiile vocii, raţiunea noastră va trage concluzia că persoana care vorbeşte se depărtează de noi. Dacă însă aceeaşi voce ne va spune că proprietarul ei se deplasează pe acoperiş, atunci noi credem cu uşurinţă această afirmaţie. În sfârşit, dacă cineva ar

începe să vorbească cu această persoană, aflată pasămite afară, şi ar primi răspunsuri raţionale, atunci s-ar obţine o iluzie totală.

Acestea sunt condiţiile în care acţionează ventrilocul. Când îi vine rândul să vorbească omului de pe acoperiş, atunci ventrilocul bolboroseşte încet; când însă îi vine lui rândul, atunci vorbeşte cu o voce plină, sonoră, pentru a sublinia contrastul cu cealaltă voce. Conţinutul observaţiilor şi răspunsurilor interlocutorului lui imaginar adânceşte iluzia. Singurul punct slab în această iluzie ar putea fi faptul că vocea aparentă a persoanei aflată afară este, de fapt, produsul omului de pe scenă, adică are o direcţie greşită".

Mai trebuie să menţionăm că denumirea de ventriloc este nepotrivită. Ventrilocul trebuie să le ascundă auditorilor lui faptul că, atunci când îi vine rândul imaginarului partener, de fapt vorbeşte tot el. În acest scop el recurge la diferite şmecherii. Cu ajutorul a tot felul de gesturi el caută să dis- tragă atenţia auditorului de la propria-i persoană. Plecându-se puţin şi ţinându-şi mâna pâlnie la ureche, el se preface că ascultă, dar în timpul acesta caută pe cât posibil să-şi ascundă buzele. Când nu-şi poate ascunde obrazul, atunci el caută să facă numai mişcările cele mai necesare ale buzelor. În ajutor îi vine faptul că adesea este suficientă doar o şoaptă neclară, slabă. Mişcările buzelor sunt atât de bine mascate, încât unii oameni îşi imaginează că vocea artistului iese de undeva din profunzimile trupului: de aici şi denumirea de ventriloc.

Astfel, „miracolul” oferit de ventriloc se bazează în întregime doar pe faptul că noi nu suntem în stare să determinăm cu exactitate nici direcţia sunetului şi nici distanţa până la corpul care emite sunetul. În ambianţa obişnuită realizăm aceasta doar cu aproximaţie; dar este suficient să ni se creeze nişte condiţii nu tocmai obişnuite de percepere a sunetului şi facem greşelile cele mai grosolane la determinarea direcţiei în care se află sursa lui. Eu însumi, urmărindu-l pe ventriloc, nu am putut să mă smulg iluziei, deşi înţelegeam bine despre ce era vorba.

O SUTĂ DE ÎNTREBĂRI LEGATE DE ACEST VOLUM AL FIZICII DISTRACTIVE

1. De câte ori merge melcul mai încet decât pietonul?

2. Care sunt vitezele avioanelor moderne?

3. Poate oare omul să depăşească Soarele în cursa acestuia de 24 de ore pe bolta cerească?

4. Care este originea cuvântului clipă?

5. Cum se realizează încetinirea nefirească a mişcării pe ecran?

6. Când se mişcă mai repede locuitorii globului pământesc în jurul Soarelui: la miezul zilei sau al nopţii?

7. De ce spiţele de sus ale unei roţi care se rostogoleşte par uneori contopite, în timp ce cele de jos se văd distinct?

8. Ce puncte ale unei locomotive în mişcare se deplasează cel mai încet? Ce părţi se mişcă înapoi?

9. De ce stelele par deplasate înainte în sensul mişcării Pământului pe orbita lui?

10. De ce, atunci când ne ridicăm de pe scaun, trebuie să aplecăm corpul înainte sau să punem picioarele sub scaun?

11. Cum se explică mersul aparte al bătrânilor marinari?

12. Prin ce se deosebeşte fuga de mers?

13. Cum trebuie să sărim dintr-un vagon aflat în mişcare? Motivaţi-vă răspunsul.

14. Cunoscutul mincinos Miinchhausen povestea că prindea cu mâna obuzele de tun. Este într-adevăr acest lucru cu totul imposibil?

15. Este posibil oare ca, aflându-ne într-un automobil care goneşte cu o viteză mare, să prindem fără niciun pericol obiectele aruncate în el?

16. Un corp în cădere cântăreşte mai mult sau mai puţin decât unul în repaus?

17. Orice obiect aruncat în sus trebuie să cadă înapoi pe Pământ?

18. Este oare corect descris în romanul De la Pământ la Lună al lui Jules Verne ceea ce se petrece în interiorul proiectilului în timpul zborului?

19. Se poate oare cântări exact cu o balanţă inexactă, dar având greutăţi bune? Dar cu o balanţă exactă, având însă greutăţi inexacte?

20. Este avantajos pentru noi faptul că oasele scheletului lucrează ca nişte pârghii în condiţii când o forţă mare învinge o rezistenţă mică?

21. De ce schiorul nu se afundă în zăpada afinată?

22. De ce ni se pare moale un hamac împletit din sfoară?

23. Cum a fost realizată tragerea ultralungă?

24. De ce se înalţă zmeul de hârtie?

25. Când o piatră cade în aer de la o înălţime mare, ea zboară mereu cu o viteză accelerată?

26. Ce viteză maximă atinge corpul unui om care cade cu paraşuta închisă?

27. Cum se explică zborul fantezist al bumerangului?

28. Oare putem afla fără a sparge coaja oului dacă el este crud sau fiert?

29. Unde sunt corpurile mai grele: în locurile apropiate de ecuator sau în cele apropiate de poli?

30. Când sămânţa încolţeşte pe janta unei roţi aflate în mişcare, în ce parte se îndreaptă tulpina tinerei plante?

31. Există vreo deosebire între „mişcare eternă” şi perpetuam mobile?

32. Încercările de a construi un perpetuum mobile au fost încununate de succes?

33. Din ce parte suferă un corp cufundat în lichid o presiune mai mare: de sus, din lături sau de jos?

34. Ce se întâmplă dacă într-un borcan cu apă aflat pe platanul unei balanţe şi echilibrat cu greutăţi se cufundă o greutate mică suspendată de un fir ţinut în mână?

35. Ce formă trebuie să ia lichidul lipsit de greutate? Răspunsul poate fi verificat prin experienţă?

36. De ce picăturile de ploaie sunt rotunde?

37. Este adevărat că petrolul pătrunde prin sticlă şi metale? Pe ce se bazează această părere?

38. Se poate realiza ca un ac de oţel să plutească pe apă?

39. Ce este flotaţia?

40. De ce săpunul spală murdăria?

41. De ce se înalţă balonul de săpun? În ce fel de încăpere se înalţă el mai repede: într-una rece sau într-una încălzită?

42. Ce este mai subţire şi aproximativ de câte ori: un fir de păr omenesc sau pelicula balonului de săpun?

43. Dacă pe o farfurie cu apă aşezăm un pahar cu fundul în sus în care arde o bucăţică de hârtie, atunci apa se va aduna curând sub pahar. De ce?

44. De ce se ridică apa în sus când este sorbită cu paiul?

45. Pe balanţă, o bucată de lemn este echilibrată cu greutăţi. Se va menţine oare echilibrul dacă balanţa este aşezată sub clopotul unei pompe de vid şi dacă aerul este evacuat?

46. Ce se va întâmpla cu balanţa din întrebarea precedentă dacă ea este aşezată în aer comprimat?

47. Dacă corpul dv. Şi-ar pierde greutatea, dar hainele şi-ar păstra-o intactă, atunci aţi mai rămâne pe suprafaţa Pământului sau v-aţi înălţa?

48. Există vreo deosebire între perpetuum mobile şi motorul „fără cheltuieli”? S-a reuşit să se construiască asemenea motoare?

49. Ce deteriorare ameninţă şinele de tramvai pe căldură mare? Dar în timpul gerului? De ce calea ferată nu este ameninţată _în aceeaşi măsură de acest pericol?

50. În ce anotimp atârnă mai mult sârmele de telegraf şi de telefon?

51. Ce fel de pahare plesnesc mai des din cauza apei fierbinţi: cele cu pereţii groşi sau cele cu pereţii subţiri? Dar din cauza frigului?

52. De ce paharele pentru limonadă se fac cu fundul gros şi de ce astfel de pahare nu pot fi folosite pentru ceai?

53. Din ce material transparent este cel mai bine să se fabrice vesela pentru ca ea să nu se spargă la cald şi la rece?

54. Decese încalţă greu o cizmă pe piciorul înfierbântat?

55. Este posibilă realizarea unui ceas care nu trebuie întors?

56. Se pot construi pe acelaşi principiu şi mecanisme mari?

57. De ce se înalţă fumul?

58. Cum veţi proceda dacă veţi dori să folosiţi gheaţă pentru răcirea unei sticle cu limonadă?

59. Topirea gheţii se va accelera dacă o învelim în blană?

60. Este adevărat că zăpada încălzeşte Pământul?

61. De ce în conductele subterane apa nu îngheaţă în timpul iernii?

62. Unde anume în regiunea Moscovei este iarnă în iulie?

63. De ce într-un vas sudat se poate fierbe apă fără ca aliajul de sudură să se topească?

64. De ce când este ger puternic sania nu lunecă bine pe zăpadă?

65. De ce în zilele mai calde se obţin bulgări de zăpadă mai buni decât atunci când este ger?

66. De ce pe acoperişul clădirilor neîncălzite se formează ţurţuri de gheaţă?

67. De ce în ţinuturile ecuatoriale este mai cald decât în cele polare?

68. Cum s-ar schimba momentul răsăritului de Soare dacă lumina s-ar propaga instantaneu?

69. S-ar schimba oare acţiunea telescoapelor şi a micros- coapelor dacă lumina s-ar propaga instantaneu în orice mediu?

70. Pot fi silite razele de lumină să ocolească obstacolele?

71. Cum este construit periscopul?

72. Pentru a vă vedea mai bine faţa în oglindă, unde trebuie aşezată lampa: în faţa sau în spatele dv.?

73. Există o asemănare perfectă între faţa noastră şi imaginea ei reflectată în oglindă?

74. Se poate trage vreun folos practic din caleidoscop?

75. Cum se poate obţine focul cu ajutorul gheţii?

76. La latitudinile noastre se pot vedea miraje?

77. Ce este „raza verde“?

78. Cum trebuie privite fotografiile?

79. De ce fotografiile apar în relief şi capătă profunzime când sunt privite prin lupă sau într-o oglindă concavă?

80. De ce filmele de cinematograf se vizionează cel mai bine stând în rândurile de la mijloc?

81. De ce este mai bine să privim picturile închizând un ochi?

82. În ce constă esenţa acţiunii stereoscopului?

83. Putem să ne asemuim vederea cu cea a uriaşului din poveste?

84. Ce este luneta-foarfece?

85. Care este cauza luciului?

86. De ce un peisaj pare mai profund dacă este privit prin fereastra unui vagon care se mişcă repede?

87. Cum se obţin fotografiile stereoscopice ale corpurilor cereşti?

88. Pe ce se bazează efectul aşa-numitului „miracol al umbrelor “?

89. Ce culoare pare să aibă un steag roşu în lumină albastră?

90. Explicaţi sensul cuvintelor iradiaţie şi astigmatism.

91. Există portrete care parcă ne urmăresc cu ochii. Cum se explică aceasta?

92. Cui i se par stelele luminoase mai mari: omului cu vedere normală sau miopului?

93. Aţi auzit ecoul la 1,5 secunde după ce aţi bătut din palme. Cât de departe de dumneavoastră este obstacolul?

94. Există oglinzi acustice?

95. Unde se propagă sunetul mai repede: în aer sau în apă?

96. Indicaţi aplicaţiile tehnice ale ecoului.

97. De ce zumzăie albina?

98. De ce este greu să descoperiţi greierul care cântă lângă dumneavoastră?

99. Prin ce se transmit mai bine sunetele: prin aer sau prin medii dense?

100. În ce se rezidă secretul „ventrilocului”?

INDICE DE NUME1

Arhimede (287—212 î.e.n.)

Ilustrul matematician şi fizician al antichităţii s-a născut şi a trăit în oraşul Siracuza.

A fost un talentat inventator şi tehnician. A organizat apărarea oraşului Siracuza împotriva cotropitorilor, construind în acest scop diferite maşini.

Arhimede a murit la Siracuza în timpul războiului cu romanii. Legenda spune că un soldat roman a implântat pumnalul'ân savantul adâncit într-o problemă.

Aristofan (450—385 î.e.n.)

Scriitor grec. Autor al multor comedii scrise cu tendinţe politice.

Cu un umor inepuizabil îşi bate joc de educaţia sofiştilor (nu-l cruţă nici pe Socrate), de demagogie, de ambiţiile nesăbuite ale atenienilor, precum şi de politicienii veroşi.

Este unul dintre marii poeţi ai tuturor timpurilor.

Bacon Franc isc (1561—1626)

Om de stat, filosof şi naturalist englez.

În lucrările sale filosofice pune bazele metodei inductive, plecând de la considerentul că observarea şi cercetarea sistematică a lucrurilor formează temeiul ştiinţelor.

A scris şi lucrări istorice şi literare.

Beethoven Ludwig van (1770—1827)

Compozitor german.

1 întocmit de traducători.

Deşi la vârsta de 30 de ani şi-a pierdut simţul auzului a continuat să compună lucrări muzicale.

Fiind un partizan al principiilor republicane, în compoziţiile sale a exprimat frământările pentru libertate ale epocii sale şi lupta dusă pentru triumful dreptăţii.

A compus 9 simfonii, 32 sonate, cantate, o dramă muzicală etc.

Borda Jean Charles (1733—1779) '

Matematician şi marinar francez.

Ca marinar a călătorit mult acumulând vaste cunoştinţe. Mai târziu a fost funcţionar în Ministerul Marinei, unde a desfăşurat o activitate ştiinţifică multilaterală. A construit mai multe instrumente astronomice. A colaborat la introducerea noului sistem'de măsuri şi greutăţi.

Borrelli, Giovani Alfonso (1608—1679)

Medic şi matematician italian.

La început a fost profesor la Messina, apoi la Universitatea din Pisa, unde a predat matematica, fizica, astronomia şi medicina. Opera cea mai importantă a acestui învăţat poartă titlul: De motu animalium (Despre mişcarea animalelor).

Carpenter, William Benjamin (1813—1885)

Fiziolog şi psiholog englez.

Profesor universitar de medicină la Londra.

Sunt remarcabile, între altele, cercetările sale privind stările fizice şi biologice din fudul mărilor.

Cehov, Anton Pavlovici (1860—1904)

Scriitor rus.

S-a născut în oraşul Taganrog. A studiat medicina pe care a practicat-o însă puţin. Activitatea literară şi-a început-o ca elev de liceu. A publicat numeroase nuvele, drame şi descrieri de călătorie. În opera sa zugrăveşte cu talent contradicţiile din viaţa Rusiei ţariste, dând o imagine a claselor sociale în preajma revoluţiei burghezo-democratice.

A exercitat o influenţă considerabilă asupra dezvoltării literaturii ruse şi mondiale.

Este un reprezentant de seamă al realismului critic în literatura universală.

Daguerre, Louis Jacques Mande (1789—1851)

Pictor decorator francez.

A inventat prima metodă de fotografiat. În camera obscură a aşezat o placă de cupru argintată, expusă vaporilor de iod. Placa a developat-o cu vapori de mercur şi a fixat imaginea cu clorură de sodiu (dagherotipie). Expunerea a durat foarte mult.

Tot el a inventat şi diorama, un tablou pictat pe o pânză mare, întinsă pe un plan şi luminată astfel ca spectatorii să creadă că privesc un peisaj veritabil.

Dewar, James (1842—1923)

Fizician şi chimist englez.

A fost profesor universitar de fizică şi chimie la diferite instituţii de învăţământ superior din Anglia. A publicat mai multe studii în domeniul fizicii şi chimiei (despre gaze, lichide, magnetism etc.).

4Dickens, Charles (1812—1870)

Romancier englez foarte fecund. Reprezentant al realismului critic.

A fost ucenic, apoi ziarist.

În romanele sale biciuieşte stările sociale din vremea sa. Înfăţişează mizeria cruntă a oamenilor asupriţi.

Pentru a aduna material a călătorit mult.

A scris şi comedii, precum şi literatură pentru copii.

Dove, Heinrich Wilhelm (1803—1879)

Fizician şi meteorolog german.

A fost profesor la Universitatea din Konigsberg, apoi la cea din Berlin. S-a ocupat cu meteorologia, domeniu în care a obţinut unele rezultate ce şi-au păstrat valoarea până astăzi.

Eiffel, Alexandre Gustave (1832—1923)

Inginer constructor francez.

Autorul a mai multor construcţii mari din Franţa şi din alte ţări. Este vestit turnul Eiffel, construit pentru expoziţia din Paris din anul 1889. Turnul, aşezat pe o temelie de beton, are o înălţime de 305 m şi o greutate de 9 000 000 kg.

Euler, Leonhard (1707—1783)

Matematician şi fizician elveţian.

Mult timp din activitatea sa ştiinţifică şi-a desfăşurat-o ca profesor la Universitatea din Petersburg1.

În toate domeniile fizicii şi matematicii a depus o activitate intensă, pe care n-a întrerupt-o nici după ce a rămas orb.

A adus contribuţii importante la calculul variaţiilor, în teoria ecuaţiilor diferenţiale, în optică, mecanică, astronomie etc.

- Fergusson, James (1710—1776)

Astronom şi mecanician englez. A publicat lucrări în domeniul astronomiei, mecanicii, hidrostaticii şi opticii. A ţinut multe conferinţe pentru popularizarea ştiinţei.

Fermat, Pierre (1601—1665)

Matematician şi om de stat francez. Majoritatea lucrărilor sale au fost editate după moartea sa. Cele mai valoroase rezultate le-a obţinut în teoria numerelor şi în calculul probabilităţilor.

Mare vâlvă a făcut teorema lui, încă nedemonstrată, că rădăcinile ecuaţiei xn -f y” – z”, unde n este un număr natural mai mare ca 2, nu pot fi numere întregi.

În fizică, de numele lui este legat principiul de bază al opticii geometrice.

Franklin, Benjamin (1706—1790)

Om politic american, cercetător al naturii.

La vârsta de 12 ani a lucrat ca ucenic în tipografia fratelui său, unde şi-a însuşit numeroase cunoştinţe. A fost ziarist, librar şi tipograf.

La vârsta de 40 de ani a început să se ocupe de politică, luptând pentru independenţa Statelor Unite ale Americii.

De trei ori a fost ales guvernator al statului Pennsylvania. Personalitate cu vederi progresiste.

A făcut multe experienţe în domeniul electricităţii. A inventat paratrăsnetul.

Galilei, Galileo (1564—1642)

Savant italian, născut la Pisa. La început s-a pregătit pentru medicină la Universitatea din Paris. Studiind fizica

1 Leningradul de azi.

Lui Aristotel a semnalat lipsurile ei. Pentru a le putea combate, a început să studieze matematica, considerând-o ca bază în cercetarea naturii. A activat la Firenze. Începând din anul 1589 a fost profesor de matematică la Pisa, iar mai târziu la Universitatea din Padua.

A desfăşurat o activitate multilaterală, studiind mişcarea pendulului, greutatea specifică a corpurilor, căderea liberă a corpurilor, legea inerţiei etc.

A construit o lunetă care l-a ajutat la diferite descoperiri astronomice.

Pentru descoperirile sale şi ataşamentul la sistemul planetar al lui Copernic a suferit până la moarte persecuţii din partea inchiziţiei papale.

Din lucrările lui Galilei au fost traduse în limba română două: Dialoguri asupra ştiinţelor noi şi Dialog despre cele două s&teme principale ale lumii: ptolemeic şi copernician.

Goethe, Johann Wolfgang (1749—1832)

Poet german.

Una dintre personalităţile marcante ale literaturii universale.

A studiat dreptul, obţinând doctoratul în drept, dar l-au interesat mai mult artele frumoase şi ştiinţele naturii. A cunoscut operele literaturilor eline şi romane, precum şi tezaurul folcloric al poporului său. A călătorit mult.

A desfăşurat o activitate foarte vastă. A creat opere nepieritoare în domeniul liricii, epicii şi dramei. A publicat lucrări filosofice şi s-a ocupat de cercetări în domeniul ştiinţelor naturii.

Gogol, Nikolai Vasilievici (1809—1852)

Scriitor rus.

Reprezentant al realismului critic rus.

A scris romane, nuvele şi comedii.

Ca umorist ocupă un loc de frunte în literatura universală.

Creaţia sa literară a exercitat o influenţă asupra dezvoltării lit raturii ruse şi universale.

Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand von (1821—1894)

Fizician şi fiziolog german.

A fost profesor de fiziologie, iar din anul 1871 profesor de fizică la Universitatea din Berlin.

De numele lui se leagă mai multe descoperiri.

A lucrat în toate domeniile fizicii, dar a desfăşurat o vastă activitate şi în domeniul fiziologiei.

Heron din Alexandria (sec. I sau II î.e.n.)

Tehnician, fizician, matematician grec.

În lucrările sale, care ni-l prezintă ca pe o personalitate cu simţ practic şi inventiv deosebit, descrie instrumente acţionate de aer cald şi de abur. A construit, între altele, jucării hidraulice şi mecanice, apoi un instrument pentru măsurări de lungimi şi altitudini, numit dioptră.

A cunoscut legile reflexiei luminii.

Izmailov, Alexandr Efimovici (1779—1831)

Scriitor şi jurnalist rus.

Este cunoscut mai ales ca fabulist.

În fabulele lui critică aristocraţia şi preamăreşte demnitatea umană.

James, William (1842—1910)

Filosof şi psiholog idealist american.

A fost profesor universitar de filosofie.

Jerome, Jerome Klapka (1859—1927)

Scriitor umorist englez.

A fost învăţător şi mai târziu ziarist. A publicat romane, comedii şi descrieri de călătorii.

Karonin, S. (1853—1892)

Adevăratul nume: Petropavlovski Nikolai Epidiforovici.

Scriitor rus.

În numeroase schiţe şi povestiri a zugrăvit în mod veridic viaţa satului rus după reforma din anul 1861.

Lord Kelvin (numele iniţial William Thomson) (1824—1907)

Naturalist englez.

A studiat la Universităţile din Glasgow, Cambridge, Paris. La vârsta de 22 ani a devenit profesor de fizică la Universitatea din Glasgow. De atunci, până la sfârşitul vieţii a desfăşurat o activitate ştiinţifică deosebit de vastă.

Cercetările lordului Kelvin au privit mai multe capitole ale fizicii ca: optica, elasticitatea, electricitatea, termodinamica şi magnetismul. A construit mai multe instrumente de mare precizie.

Kerner von Marilaun, Anton Joseţ (1831—1898)

Botanist din Austria.

A studiat medicina. A fost profesor universitar de botanică la universităţile din Innsbruck şi Viena. A scris mai multe cărţi din domeniul botanicii. Lucrarea sa Das Pflan- zenleben (Viaţa plantelor) a fost tradusă în mai multe limbi.

Lavoisier, Antoine Laurent (1743—1794)

Fizician şi chimist francez.

A cercetat teoria arderii, a analizat apa, a elaborat principiul conservării materiei şi a folosit balanţa pentru cercetările sale.

A avut un sfârşit tragic, fiind condamnat la moarte ca fost arendaş al impozitelor.

Lomonosov, Mihail Vasilievici (1711—1765)

Savant enciclopedist şi scriitor rus.

A fost profesor de chimie la Universitatea din Petersburg. A desfăşurat o intensă activitate ştiinţifică în domeniul fizicii, chimiei şi geologiei, făcând diferite descoperiri.

A scris ode, cântece şi epistole. A scris prima gramatică sistematică a limbii ruse.

Universitatea din Moscova îi poartă numele.

Mendeleev, Dmitri Ivanovici (1834—1907)

Chimist rus.

Profesor la Universitatea din Petersburg.

În activitatea sa de chimist cea mai importantă realizare a fost crearea sistemului periodic al elementelor, una din cele mai mari generalizări ale chimiei, prin care a prevăzut existenţa unor elemente atunci necunoscute, dar descoperite mai târziu.

Nekrasov, Nikolai Alekseevici (1821—1877)

Poet rus.

A continuat tradiţiile revoluţionare ale lui A. S. Puşkin şi M. I. Lermontov, fiind şi el un democrat revoluţionar. Activitatea lui a avut o influenţă considerabilă asupra formării poeziei sovietice.

Newton, Isaac (1643—1727)

Matematician, fizician şi astronom englez.

A desfăşurat o activitate ştiinţifică multilaterală. Şirul binomial, calculul diferenţial, gravitaţia generală, legile fundamentale ale mecanicii, teoria luminii, diferite aparate optice şi numeroase alte lucrări teoretice şi experimentale l-au făcut nemuritor.

Pascal, Blaise (1623—1662)

Matematician, fizician şi filosof francez. S-a născut în Clermont. La vârsta de 16 ani a scris o lucrare despre secţiunile conice. A lucrat în diferite domenii ale matematicii şi fizicii. De numele lui se leagă mai multe descoperiri ca: spirala lui Pascal, paradoxul hidrostatic al lui Pascal, triunghiul lui Pascal etc. A folosit, pentru prima dată, barometrul la măsurarea înălţimilor.

Petropavlovski, Nikolai Epidiforovici

Vezi Karonin.

Philon din Bizanţ (sec. I î.e.n.)

Fizician grec.

În lucrarea sa Mechanica syntaxis tratează mai multe probleme de mecanică. A construit maşini de aruncat.

Plateau, Joseph (1801—1883)

Fizician belgian.

A fost profesor la Universitatea din Geneva. A cercetat fenomenele optice, capilare şi suprafaţa lichidelor aflate în echilibru.

Puşkin, Alexandr Sergheevici (1799—1837)

Poet rus.

A scris poezii lirice şi epice, romane, nuvele şi piese de teatru. Puşkin este unul din marii lirici ai literaturii universale.

A fost ucis într-un duel.

Saltâkov, Mihail Efgraţovici (1826—1889) (Pseudonimul său este N. Scedrin).

Scriitor satiric rus.

Ca patriot bun nu s-a putut împăca cu situaţia din Rusia ţaristă şi în scrierile sale satirice a criticat cu asprime moravurile claselor conducătoare, contribuind astfel la îndreptarea unora din ele.

Schiller, Friedrich von (1759—1805)

Poet german.

La începutul carierii a fost medic militar în Wurttemberg. A scris piese cu caracter filosofic şi cu tendinţă revoluţionară. Mai târziu a fost numit profesor universitar la Jena.

A publicat numeroase opere valoroase: drame istorice, poezii epice şi balade.

Schiller şi prietenul său, Goethe, sunt consideraţi ca cei mai mari poeţi ai Germaniei.

Secenov, Ivan Mihailovici (1829—1905)

Biolog rus. Fondatorul şcolii biologice ruse.

În studiile sale biologice s-a bazat pe concepţii materialiste asupra lumii.

A avut multe descoperiri importante în domeniul fiziologiei sistemului nervos.

Stevin (Stevinus), Simon (1548—1620)

Matematician şi fizician olandez.

A intrat în serviciul principelui de Orania, Mauriciu de Nassau, care i-a încredinţat organizarea artileriei şi fortificarea cetăţilor.

A publicat o tabelă de dobânzi, mult apreciată de negustori.

În anul 1585 a apărut lucrarea De thiende scrisă în limba olandeză şi tradusă imediat în limba latină şi franceză. Lucrarea, care este primul tratat sistematic al operaţiilor cu fracţii zecimale, conţine şi un apel către guvernele tuturor ţărilor de a introduce un sistem zecimal de măsuri. S-a ocupat şi cu hidrostatica.

Torricelli, Evanghelista (1608—1647) ♦

Fizician italian.

După moartea lui Galileo Galilei (1642) a luat locul fostului său profesor, devenind matematician şi fizician la curtea prinţului de Toscana.

Experienţa lui Torricelli pentru demonstrarea presiunii atmosferice asupra obiectelor a servit ca punct de plecare pentru inventarea barometrului.

S-a ocupat şi cu optica, îmbunătăţind instrumentele pentru cercetarea corpurilor cereşti.

Twain, Mark (1835—1910)

Adevăratul său nume a fost Samuel Langhorne Clemens.

Scriitor şi publicist american, celebru prin scrierile sale umoristice.

A fost tipograf, marinar şi apoi ziarist. A călătorit mult. A scris romane, nuvele, descrieri de călătorie, schiţe umoristice.

Este fondatorul realismului critic în literatura americană.

Verne, Jules (1828—1905)

Scriitor francez foarte fecund.

A scris romane de aventuri şi de popularizare a ştiinţei» cuprinzând teorii considerate, pe vremea lui, fantastice, azi însă integral sau parţial realizabile.

Este fondatorul romanului ştiinţifico-fantastic.

Wells, Herbert George (1866—1946)

Scriitor şi publicist englez cu renume. Bun cunoscător al ştiinţelor naturii.

Romanele şi nuvelele sale, foarte răspândite, conţin şi idei fantastice pe lângă multe elemente reale din ştiinţele naturii.

Wheatstone, Charles (1802—1875)

Fizician englez.

Inventator iscusit. Are mai multe descoperiri în domeniul fizicii. Un aparat pentru măsurarea rezistenţei electrice poartă numele de punte a lui Wheatstone. A construit, între altele, şi maşini electromagnetice. Inventatorul stereoscopului.

Wolf, Christian (1679—1745)

Filosof şi matematician german.

A studiat teologia, filosofia şi matematica. A fost profesor de matematică şi fizică la Halle.

A fondat studiul logic al filosofiei germane. Lucrările sale de filosofie şi matematică, scrise în limbile germană şi latină, au fost mult răspândite în Europa.